

**Expediente N°2353-2001**

**Acompaña Hoja Técnica, Memoria Descriptiva y Pliego de Reivindicaciones.**

**S.J.D.P.I.:**

PATRICIO DE LA BARRA GILI, abogado habilitado para el ejercicio de la profesión, domiciliado en Avenida Andrés Bello 2711, piso 20, Las Condes Santiago, por **JAMES HARDIE RESEARCH PTY LIMITED** ya individualizado en la solicitud de patente No.2353-2001 a UD. respetuosamente digo:

Vengo en acompañar hoja técnica, memoria descriptiva y pliego de reivindicaciones, para completar la presentación de la solicitud de la referencia.

POR TANTO,

\_\_\_\_\_ Sirvase Ud. tener por acompañadas hoja técnica, memoria descriptiva, pliego de reivindicaciones, a fin de que prosiga el trámite correspondiente.

Santiago, 14 de marzo de 2002

803.010/emm





(19) **REPUBLICA DE CHILE**  
**MINISTERIO DE ECONOMIA**  
**FOMENTO Y RECONSTRUCCION**  
**SUBSECRETARIA DE ECONOMIA**



**DEPARTAMENTO DE PROPIEDAD INDUSTRIAL**

(11) N° REGISTRO

(12) TIPO DE SOLICITUD:

- |   |   |
|---|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> INVENCIÓN | <input type="checkbox"/> MODELO DE UTILIDAD |
| <input type="checkbox"/> PRECAUCIONAL         | <input type="checkbox"/> MEJORA             |
| <input type="checkbox"/> REVALIDA             |   |

(43) Fecha de Publicación:

(51) Int. Cl. °:

(21) Número de Solicitud: **2353-2001**

(22) Fecha de Solicitud **28.09.2001**

(30) Número de Prioridad: (país, n° y fecha)

US 60/237.850 04.10.2000  
US 60/241.212 17.10.2000  
US 60/237.783 04.10.2000

(71) Nombre Solicitante: (Incluir dirección y tel.)

**JAMES HARDIE  
RESEARCH PTY LIMITED**

Level 1, Research and Product  
Development Building, 10 Colquhoun  
Street AUSTRALIA

(72) Nombre Inventor(es): (Incluir dirección)

MERKLEY, Donald y LUO, Caidian.

(74) Representante: (Incluir dirección y teléfono)

**SARGENT & KRAHN**  
Av. Andrés Bello 2711, Piso 19  
Las Condes, Santiago 368-3500

(54) Título de la Invencción: (máximo 330 caracteres)

**"Materiales del compuesto de cemento con fibra, usando fibras de celulosa encoladas".**

(57) Resumen: (máximo 1600 caracteres)

Esta invención, crea una nueva tecnología relacionada con los materiales del compuesto de cemento reforzado con fibra, usando fibras de celulosa que se tratan con resinas orgánicas y/o inorgánicas para hacer las fibras más hidrófobas, tanto como otros tratamientos químicos. Esta invención crea cuatro aspectos de la tecnología: tratamiento de fibras, formulaciones, métodos y el producto final. Como ventaja, esta tecnología, entrega materiales para construir de cemento con fibra, con las características convenientes para reducir la absorción de agua, índice reducido de absorción de agua, menor emigración de agua, y menor permeabilidad al agua. Esta invención también imparte a los productos finales resistencia al deshielo/congelado mejorado, fluorescencia mejorada, y descomposición mejorada y resistencia a los UV, comparados a los productos convencionales de cemento con fibra. Estos atributos mejorados se obtienen sin perder la dureza o tensión, fuerza o estabilidad dimensional. En algunos casos se mejoran las propiedades mecánicas y físicas. Esta invención también crea el método para tratar las fibras de celulosa con varios químicos para impartir hidrofobicidad a la fibra para las aplicaciones en los materiales del compuesto de cemento reforzado con fibra.

## **MEMORIA DESCRIPTIVA**

### **Campo de la Invención**

Esta invención se refiere al tratamiento químico de las fibras de celulosa para dar mayor durabilidad y/o hidrofobicidad a la fibra. Muy particularmente, esta invención se refiere a los materiales compuestos de cemento reforzado con fibra de celulosa, usando fibras encoladas de celulosa, incluyendo los métodos para el tratamiento, formulaciones, métodos de fabricación y los productos finales de fibra con propiedades mejoradas del material en relación a lo mismo.

### **Descripción del Arte Relacionado**

El cemento Portland común, es la base de muchos productos usados en la edificación y construcción, ante todo, el concreto y el concreto reforzado con acero. El cemento tiene la enorme ventaja de ser un ligante capaz de fijarse hidráulicamente, y por lo tanto le afecta poco el agua, comparada al yeso, madera, tablas de partículas de madera, tablas de fibra, y otros materiales comunes usados en los productos para edificar. Esto no quiere decir que el agua no tenga efecto sobre el cemento. Algunas disoluciones de los componentes químicos, ocurren cuando el cemento se satura con agua fresca, y estas se pueden transportar y volver a depositar en diferentes lugares si el cemento se seca otra vez.

*Tecnología del cemento de fibra de asbesto*

Hace alrededor de 120 años, Ludwing Hatschek hizo los primeros productos de cemento reforzado con asbesto, usando una máquina cilíndrica de tamizado para la fabricación del papel, en donde una lechada muy diluida de fibras de asbesto (hasta alrededor de un 10% por peso de sólidos), y cemento Portland común (alrededor de un 90% o más) se deshidrataron, en películas de alrededor de 0,3 mm., que después se terminaron con el espesor deseado (comúnmente 6 mm) en un cilindro, y la plancha cilíndrica resultante se cortó y se aplanó para formar una plancha laminada, que se cortó en piezas rectangulares del tamaño deseado. Estos productos después, se curaron al aire con el método que cura el cemento normal durante alrededor de 28 días. El uso original fue como una pizarra artificial para techar.

Durante más de 100 años, esta forma, de cemento de fibra encontró un extenso uso en productos para techar (pizarras, y más tarde planchas corrugadas), productos para cañerías, y productos para hacer murallas, ambos lados externos (tablas y paneles), y tableros para revestir el área húmeda. El cemento de asbesto también, se usó en muchas aplicaciones que necesitan alta resistencia al fuego, debido a la gran estabilidad térmica del asbesto. La gran ventaja de todos estos productos, fue que eran relativamente livianos de peso y que el agua los afectaba relativamente poco, ya que el compuesto de cemento/asbesto de alta densidad es de baja porosidad y permeabilidad. Las desventajas de estos productos fue que eran frágiles y la matriz de alta densidad no permitía clavarlos, y los métodos para fijar involucraban hoyos pre-taladrados.

Aunque el proceso original de Hatschek (una máquina para fabricar papel cilíndrico de tamiz modificado), dominaba la masa hecha de cemento de asbesto, otros procesos también se usaron para hacer productos de especialidad, como planchas delgadas (es decir, mayor que 10 mm.). Estos procesos usaron la misma mezcla de fibras de

asbesto y cemento como el proceso de Hatschek. Algunas veces, las asistencias de proceso se necesitan en otros procesos de fabricación, por ejemplo, extrusión, moldeo de inyección y presión del filtro o máquinas de flujo.

Dos acontecimientos ocurrieron en la mitad del siglo pasado, que tiene gran importancia para los actuales reemplazos de los compuestos de cemento basado en asbesto. El primero fue que algunos fabricantes se dieron cuenta que el ciclo de curado podría ser considerablemente reducido, y podría disminuir el costo, por realizar la autoclave a los productos. Esto permitió el reemplazo de una parte del cemento con sílice molida fina, que reaccionó a las temperaturas de la autoclave, con exceso de cal en el cemento para producir hidratos de sílice de calcio, similar a la matriz del cemento normal. Ya que la sílice, incluso cuando está molida, es mucho más barata que el cemento, y ya que el tiempo que cura la autoclave es mucho menor que el tiempo del curado al aire, esto llegó a ser común, pero no por los métodos de fabricación universal. Una formulación habitual sería de alrededor de un 5-10% de fibras de asbesto, alrededor de 30-50% de cemento, y alrededor de 40-60% de sílice.

El segundo acontecimiento fue reemplazar algunas de las fibras de refuerzo por las fibras de celulosa, desde la madera u otros materiales en bruto. Esto no se adoptó completamente, excepto en los productos para paredes y planchas para revestir el área de humedad. La gran ventaja de este acontecimiento fue que las fibras de celulosa son huecas y suaves, y los productos resultantes podrían ser clavados más que fijarlos a través de hoyos pre-taladrados. Los productos para revestir o para hacer paredes se usan en las murallas verticales, que es un material menos exigente que el material para techos. Sin embargo, los productos de cemento reforzados con celulosa son más susceptibles a los daños inducidos por el agua, comparado a los productos de cemento de asbesto. Una formulación típica sería alrededor de 3-4% de celulosa, alrededor de 4-6% de asbesto, y

alrededor de 90% de cemento para los productos curados al aire, o alrededor de 30-50% de cemento y alrededor de 40-60% de sílice para los productos hechos por autoclave.

Las fibras de asbesto tuvieron varias ventajas. Las máquinas cilíndricas de tamiz requieren fibras que formen una red para recoger las partículas de cemento sólido (o sílice), que son mucho más pequeñas, como para recogerlas por el tamiz mismo. El asbesto, aunque sea una fibra inorgánica, se puede “refinar” dentro de muchos pequeños tijeretazos que dejan correr a una fibra principal. Las fibras de asbesto son fuertes y rígidas, y se unen muy firmemente con la matriz de cemento. Son estables a altas temperaturas. Son estables contra el ataque de álcali bajo condiciones de autoclave. Por lo tanto, los productos de cemento con fibra reforzada de asbesto son por ellos mismos fuertes, rígidos, (también, frágiles), y podría ser usado en varios ambientes hostiles, excepto en los ambientes altamente acídicos donde el cemento mismo está bajo ataque químico. La frecuencia húmedo/seco de los productos para techo de asbesto estaba sujeta, en primer lugar, a la florescencia, la mayoría de las veces origina pocos problemas, (la florescencia se origina por la disolución de los químicos dentro de los productos, cuando es húmeda, seguido por la deposición de estos químicos sobre las superficies de los productos cuando se secan). La florescencia originó degradación estética, particularmente en los productos para techar, y se hicieron muchos intentos para reducirla. Ya que la matriz de los productos para techar reforzados con asbesto, fue, por lo general, muy densos (gravedad específica de alrededor de 1,7), la cantidad total del agua que entra al producto, incluso cuando la saturación fue relativamente baja, y los productos, por lo general tuvieron resistencia razonable al deshielo. Si la densidad se disminuyó, los productos llegaron a ser más realizables (por ejemplo, se pudieron clavar) pero el índice de saturación y la absorción de agua total aumentó y el funcionamiento del deshielo disminuyó.

*Tecnologías para el cemento con fibra.*

A principios de 1980, los peligros para la salud asociados con la minería, o que estaban expuesto a, o que se inhalaban, las fibras de asbesto comenzaron a ser una preocupación importante con respecto a la salud. Los fabricantes de los productos de cemento de asbesto en los EE.UU., algunos en Europa Occidental y Nueva Zelanda/Australia, en particular, pretendieron encontrar un sustituto para las fibras de asbesto para reforzar los productos para la construcción y edificación, hechos sobre sus bases de fabricación instaladas, en primer lugar las máquinas de Hatschek. Durante un periodo de veinte años, han emergido dos técnicas alternativas viables, aunque ninguna de estas han tenido éxito, en el rango completo de las aplicaciones del asbesto.

En Europa Occidental, el mayor éxito para el reemplazo del asbesto ha sido la combinación de las fibras PVA (alrededor de un 2%) y fibras de celulosa (alrededor de un 5%), principalmente, alrededor de un 80% de cemento. Algunas veces el 10-30% de los rellenos inertes, como la sílice o la caliza, están en la formulación. Este producto es curado al aire, ya que las fibras de PVA son, en general sin autoclave estable. Generalmente, se hace en la máquina de Hatschek, seguido por un paso de presión, usando una prensa hidráulica. Esto comprende las fibras de celulosa, y reduce la porosidad de la matriz. Debido a que las fibras PVA no se pueden refinar, mientras que la celulosa si se puede, en esta tecnología de Europa Occidental, la fibra de celulosa funciona como un asistente del proceso que forma la red en el tamiz que recoge las partículas sólidas en el paso de deshidratación. Este producto se usa principalmente para hacer techos (pizarras y corrugados). Habitualmente, (pero no siempre) se cubren con revestimientos orgánicos delgados. La gran desventaja de estos productos es un incremento muy grande del material y los costos del proceso de fabricación. Mientras que la celulosa, actualmente, es de costo bastante menor que las fibras de asbesto de \$500, la tonelada, el PVA es de alrededor de

\$4000, la tonelada. Los revestimientos orgánicos delgados también son caros, y las prensas hidráulicas son un paso de fabricación de alto costo.

En Australia/Nueva Zelanda y los EE.UU., la mayoría de los éxitos en el reemplazo para el asbesto han sido las fibras de celulosa no blanqueadas, con alrededor de un 35% de cemento, y alrededor de un 55% de sílice molida fina, como el descrito en la Patente Australiana N° 515151 y la Patente de EE.UU. N° 6.030.447, la cual, aquí está incorporada como referencia. Este producto se cura por la autoclave, ya que la celulosa es bastante estable para hacer autoclave. Generalmente, se hace en una máquina Hatschek, y por lo general no se prensa. Los productos, generalmente son para hacer paredes (paneles y tablas) y revestimientos para el área húmeda de los soportes de los azulejos horizontales o verticales, y como los aleros y cielos rasos en paneles en terraplén. La gran ventaja de estos productos es que son muy fáciles para trabajar, incluso comparado a los productos basados en asbesto, y son de bajo costo.

Sin embargo, los materiales de cemento con fibra de celulosa pueden presentar inconvenientes en el funcionamiento, como menor resistencia, mayor permeabilidad al agua, mayor habilidad de emigración del agua (también conocida como drenaje) y menor resistencia al deshielo cuando se compara al material del compuesto de cemento con asbesto. Estos inconvenientes son, en gran parte, debido a la presencia de los canales que conducen el agua y evitan el lumen de la fibra de celulosa y las murallas de celdas. Los espacios de los poros en las fibras de celulosa pueden llegar a estar llenos de agua, cuando el material se sumerge o se expone a la lluvia/condensación durante un extenso periodo de tiempo. La porosidad de las fibras de celulosa facilita el transporte de agua a través de los materiales del compuesto y pueden afectar la durabilidad a largo plazo y el funcionamiento del material en ciertos ambientes. Como tal, las fibras de celulosa convencionales pueden originar que el material tenga una mayor masa saturada, escasa humedad para la estabilidad dimensional seca, menor fuerza saturada, y menor resistencia al daño del agua.



La alta permeabilidad al agua de los materiales de cemento reforzado con celulosa, también da lugar a un transporte mayor potencialmente lejos de algunos componentes solubles dentro del producto. Estos componentes pueden, después ser depositados de nuevo, en seco, de cualquier forma externa, causando fluorescencia, o en forma interna, en los poros capilares de la matriz o fibra. Debido a que los materiales son más fáciles para saturar con agua, los productos también, son lejos, más susceptibles al daño del deshielo/congelado. Sin embargo, ninguna de estas desventajas inducidas por el agua son tan importantes, en los productos verticales, o revestimientos para cielos rasos o aleros, y para los revestimientos internos.

Para resumir, en Europa el reemplazo de asbesto ha sido, en su gran parte, por los productos de cemento con fibra curada al aire, usando fibras PVA, y después presionándolas para formar el estado verde. El mayor problema con esta tecnología es el aumento de material y el costo de fabricación. El reemplazo de asbesto en EE.UU. y Australia/Nueva Zelandia ha sido, en gran parte, por los productos de cemento con fibra formada por la autoclave, usando fibras de celulosa, y formadas con menor densidad, sin presionar. El principal problema en esta tecnología es el aumento del índice y la cantidad de absorción de agua dentro del producto cuando está mojado, y resistencia reducida para los ciclo de deshielo.

Ciertas referencias del arte anterior, enseñan a usar las fibras que se injertan con un agente de acoplación de sililación o silano. Sin embargo, esas referencias están dirigidas a mejorar el enlace entre las fibras y el cemento, para aumentar la fuerza del material del compuesto. Como tal, los agentes de acoplación seleccionados, contienen en primer lugar grupos funcionales hidrófilos con el específico propósito de enlazar, tanto a los grupos de hidroxilos en la superficie de la fibra como a la matriz de cementación. De hecho, esas referencias enseñan, aparte del uso de los agentes de acoplación, que tienen

grupos funcionales hidrófobos, así como los grupos hidrófobos que irían ligeramente en disminución, más que en aumento, la fuerza del material.

Por ejemplo la Patente de EE.UU. N° 5.021.093 enseña a injertar un agente de sililación a la superficie de la fibra para que mejore la fuerza del material del compuesto resultante. El agente de sililación comprende moléculas que contienen grupos hidrófilos en ambos extremos, de tal manera que un extremo se pueda enlazar con los grupos de hidroxilo en la superficie de la fibra y el otro extremo se pueda enlazar con la matriz de cementación. El agente de sililación, esencialmente sirve como un agente de acoplación que conecta a los grupos de hidroxilo en la superficie de la fibra a la matriz de cementación.

La Patente U.S. N° 4.647.505 enseña a aplicar un agente de quelación a una fibra de celulosa para reducir la dilatación de la fibra en las soluciones alcalinas y acuosas. Las fibras se impregnan con una solución de un compuesto de quelación de circonio y/o titanio. El compuesto de quelación, sin embargo, no reacciona sobre el contacto con la fibra, debido a que la fibra está contenida en un medio acuoso, y los compuestos de quelación descritos en la patente resisten la hidrólisis de las temperaturas ambientes. Por lo tanto, esta patente describe el calor de las fibras por sobre los 100°C para secar las fibras, por medio de cual permitir que la reacción tome lugar. Después de secar, el (los) compuesto(s) de quelación reaccionan con los grupos de hidroxilo en las fibras de celulosa para producir la reticulación entre los residuos del grupo de hidroxilo.

Como la Patente de U.S. N° 4.647.505 está dirigida principalmente a reducir la dilatación de las fibras de celulosa, no está específicamente dirigida a aumentar la hidrofobicidad de las fibras. Aún más, esta patente entrega un método para tratar la fibra que requiere, secar las fibras con el fin de inducir la reacción con las fibras de celulosa.

Conforme a esto, lo que es necesario es un método eficiente para prevenir el daño y degradación de un material de edificación de cemento de fibra, particularmente debido al agua y a otros efectos ambientales. Lo que también es necesario son las formulaciones del material y los productos que tienen resistencia mejorada al agua y/o a la degradación ambiental.

### Resumen de la Invención

Las presentaciones recomendadas inventan una nueva tecnológica: las fibras de celulosa que se tratan químicamente, imparten a las fibras durabilidad y/o hidrofobicidad, y hacen los materiales del compuesto de cemento reforzado con fibra de celulosa, usando esas fibras de celulosas tratadas químicamente. En una presentación recomendada, las fibras de celulosa se tratan o encolan con químicos de especialización que imparten a las fibras mayor hidrofobicidad por bloquear parcial o completamente a los grupos hidrófilos de las fibras. Sin embargo, también se inventan otras presentaciones para tratar químicamente a las fibras, incluyendo cargar o rellenar los espacios vacíos de las fibras con sustancias insolubles, o tratar las fibras con biocida para prevenir el crecimiento del microorganismo o tratar las fibras para remover las impurezas, etc.

En una presentación de la fibra encolada, diversos aspectos, muy recomendados se inventan, incluyendo el tratamiento de la fibra, formulaciones, métodos para fabricar los materiales del compuesto, y los materiales y propiedades finales. Como ventaja, esta tecnología entrega materiales de cemento con fibra para edificar, con características convenientes de absorción reducida de agua, índice reducido de la absorción de agua, menor emigración de agua, y menor permeabilidad de agua. Los productos finales hechos de estos materiales han mejorado la resistencia al deshielo-congelamiento, fluorescencia reducida, disolución reducida y re-deposición de los componentes de la matriz soluble en

agua por el desgaste natural. Es posible que, con la clasificación de fibra rectas, mejorar otras propiedades del producto, por ejemplo, resistencia a los UV y a la descomposición, comparada a los productos de cemento con fibra convencionales. Se ha encontrado, sorprendentemente, que esos atributos mejorados en cuanto a la resistencia al agua se obtienen sin pérdida significativa en la dureza, tensión o estabilidad dimensional. Además, el uso de las fibras encoladas puede resultar en propiedades mecánicas y físicas mejoradas en el producto final.

Muy en particular, las presentaciones recomendadas muestran que bloqueando los sitios hidrófilos en las superficies exteriores e interiores de las fibras de celulosa con los agentes de apresto, se puede producir una fibra de celulosa que, cuando se usa en el cemento con fibra, aún tenga las ventajas de regular la celulosa de refinación, realización de la autoclave, y fabricación sin presión, pero el material de cemento con fibra, también, alcanza o excede las ventajas del funcionamiento de las fibras artificiales, como el PVA, en términos del índice y cantidad de absorción de agua, cuando se usa en la fibra, de tal manera que el costo del tratamiento de la fibra se pueda compensar por la disminución del uso de la fibras en los productos, sin una significativa reducción en las propiedades físicas importantes del material, como la dureza y fuerza.

Particularmente, las presentaciones recomendadas muestran que cuando se usan en las formulaciones habituales del cemento con fibra basado en la celulosa hecha de autoclave, el índice de absorción y la cantidad de absorción de agua se reducen enormemente en el producto del compuesto. Se reduce, la tendencia a florecer o a disolver y re-depositar los químicos interna y externamente del producto, o sufrir el daño de deshielo/congelamiento, etc.

También, las fibras tratadas aún se pueden refinar para actuar como un medio de captura en el proceso de Hatschek, aún así, se puede hacer la autoclave sin excesiva

degradación de la fibra, y hacen productos adecuados en fuerza sin presión. Además, con la disminución de las cantidades de fibra de celulosa presente, que se usa, las presentaciones recomendadas no experimentan reducción en las propiedades físicas claves, ya que el movimiento de la humedad, rigidez y fuerza, y pueden, de hecho, mejorar algunas de esas propiedades.

De este modo, el uso de las fibras encoladas dirigidas, imparte al material del compuesto estas propiedades intensificadas, y por lo tanto constituyen una alternativa tecnológica que, cuando se implementan completamente, tienen el potencial para mejorar las propiedades mecánicas y la capacidad para trabajarlas con el material en la construcción y edificación, mientras que mejora la durabilidad de los productos en diversos ambientes, incluyendo especialmente a aquellos que involucran el secado y humectación cíclica, congelado y deshielo, y la exposición a los UV y a la atmósfera, independientemente de los medios de fabricación. Ellos son particularmente adecuados para el proceso Hatschek que requiere una fibra que se pueda refinar (para capturar las partículas sólidas) y para la autoclave que cura el ciclo que permite el reemplazo del cemento con la sílice molida fina, aunque ellos también se pueden usar en los productos curados al aire, en conjunto con el PVA, para reducir la necesidad de la presión costosa del proceso.

De acuerdo a las presentaciones recomendadas de la presente invención, se resolverán muchos de los problemas que están asociados con los materiales del compuesto de cemento reforzados con fibra de celulosa, como alta permeabilidad al agua, fluorescencia, re-deposición y disolución del agua interna de los materiales, y baja durabilidad en los ambientes atmosféricos de deshielo/congelado en comparación a los materiales de cemento con asbesto, mientras que mantienen o mejoran algunas de las propiedades físicas y mecánicas clave. Sorpresivamente, se puede necesitar menos fibra de celulosa. Por otra parte, esta tecnología también es beneficiosa por resolver uno de los

problemas claves del cemento de fibra reforzado con PVA, curado al aire, eliminando la necesidad del costoso proceso de la presión hidráulica del cuerpo “verde” formado, aplastar las fibras de celulosa y reducir la permeabilidad al agua en los productos terminados.

En un aspecto de la presente invención, se entrega un material del compuesto para edificar, que comprende una matriz de cementación y fibras de celulosa incorporadas dentro de la matriz de cementación. Al menos algunas de las fibras de celulosa se tratan, al menos parcialmente, con un agente de apresto, de tal manera de hacer las superficies hidrófobas. El agente de apresto comprende un grupo funcional hidrófilo y un grupo funcional hidrófobo, en donde el grupo hidrófilo enlaza temporalmente o permanentemente a los grupos de hidroxilo en la superficie de la fibra en presencia de agua o un solvente orgánico de una manera tal, que prevenga considerablemente a los grupos de hidroxilo del enlace con las moléculas de agua. El grupo hidrófobo se pone en la superficie de la fibra y repele el agua desde allí.

Una formulación recomendada de un material para la edificación, hecha de acuerdo con esta nueva tecnología, comprende un enlazador de cementación, de preferencia cemento Portland; un agregado, de preferencia sílice, que se puede moler, en el caso que sea para hacer autoclave; uno o más modificadores de densidad; fibras de celulosa, al menos algunas fibras de celulosa que tengan superficies que estén al menos parcialmente tratadas con un agente de apresto, para hacer que las superficies sean hidrófobas; y uno o más aditivos. El agente de apresto comprende un grupo funcional hidrófilo y un grupo funcional hidrófobo, en donde el grupo hidrófilo enlaza temporal o permanentemente a los grupos de hidroxilo en la superficie de la fibra en presencia de agua o un solvente orgánico, de una manera tal, que prevenga considerablemente a los grupos de hidroxilo del enlace, con las moléculas de agua. El grupo hidrófobo se pone en la superficie de la fibra y repele el agua desde allí.

Los sitios hidrófilos, por ejemplo, los grupos funcionales, en estas fibras se bloquean parcial o completamente con agentes de apresto para reducir la afinidad con el agua. Los agentes de apresto pueden comprender compuestos orgánicos, compuestos inorgánicos, o las combinaciones de ellos. En una presentación, el agente de apresto comprende tanto a los grupos funcionales hidrófobos como hidrófilos. De preferencia, los grupos hidrófilos enlazan al agente de apresto con los grupos de hidroxilo en la superficie y de este modo prevenir a los grupos de hidroxilo del enlace con agua, mientras que los grupos hidrófobos en el agente de apresto se ponen en la superficie de la fibra para repeler el agua. Los agentes de apresto pueden comprender alrededor de un 50% de peso seco de fibras de celulosa. Mucho mejor, que los agentes de apresto en las fibras clasificadas, sean de aproximadamente un 0,01 hasta 10% del peso de la fibra de celulosa.

Un método para fabricar un material para construir reforzado con fibra, usando las formulaciones descritas, constituye otro aspecto de esta invención. Un método recomendado, comprende entregar fibras de celulosa y tratar al menos una parte de las fibras de celulosa con un agente de apresto en la presencia de agua o un solvente orgánico. El agente de apresto comprende un grupo funcional hidrófilo y un grupo funcional hidrófobo. El grupo hidrófilo enlaza químicamente a, por lo menos algunos de los sitios hidrófilos en las superficies exteriores e interiores de las fibras, para formar las fibras encoladas. El agente de apresto bloquea considerablemente los sitios hidrófilos, por medio del cual, reducen la afinidad de las fibras para con el agua. Las fibras encoladas se mezclan con un enlazador de cementación y otros ingredientes para formar una mezcla de cemento con fibra. La mezcla del cemento con fibra se forma dentro de un artículo del cemento con fibra de un tamaño y forma pre-seleccionada. Los artículos de cemento con fibra se curan para que forme el material del compuesto reforzado con fibra para la construcción.

Algunos de estos pasos se pueden omitir o se pueden usar pasos adicionales, dependiendo de la aplicación en particular. El paso de encolado de las fibras, de preferencia, comprende tratar las fibras con compuestos inorgánicos, compuestos orgánicos, o las combinaciones de ellos, usando técnicas que implican tratamientos de la solución o rociado en seco, aunque otros métodos para aplicar los agentes de apresto son factibles, como el revestir, pintar e impregnar. Cada una de estas técnicas, de preferencia, se originan en la presencia de agua o un solvente orgánico. De preferencia, el paso de mezclar las fibras encoladas con los ingredientes para formar una mezcla de cemento con fibra comprende, mezclar las fibras clasificadas con materiales no-celulósicos, como un enlazador de cementación, agregados, modificadores de densidad y aditivos, de acuerdo con las formulaciones recomendadas descritas aquí. En otra presentación, las fibras encoladas también se pueden mezclar con fibras de celulosa no tratadas y/o fibras inorgánicas naturales, y/o fibras sintéticas junto con otros ingredientes. Los procesos de fabricación pueden ser cualquiera de las tecnologías existentes, como el proceso de Hatschek, extrusión y moldeo.

Un material del compuesto de cemento reforzado con fibra hecho usando las formulaciones y los procesos inventados, tiene una matriz de cemento con fibra, cuando las fibras de celulosa encoladas se incorporan dentro de la matriz. Los sitios hidrófilos en las superficies de esas fibras encoladas se bloquean parcial o completamente con agentes de apresto para reducir la afinidad para con el agua. Algunos agentes de apresto residuales de las fibras tratadas, también pueden reaccionar con los componentes orgánicos e inorgánicos de la matriz del cemento con fibra, bloqueando los sitios hidrófilos dentro y fuera de la matriz. Como resultado, el producto final será más hidrófobo.

La aplicación de las fibras clasificadas reduce la emigración de agua más que en alrededor de 9 veces dentro de una prueba de 8 horas, más que en alrededor de 15 veces dentro de una prueba de 24 horas y alrededor de 25 veces después de una prueba de 96



horas, como la comparada a una formulación equivalente hecha sin fibras encoladas. En una presentación de las fibras encoladas, disminuye el índice de absorción de agua en el producto para edificar en más de alrededor de un 5% en las primeras 8 horas de la prueba de remojo en agua, y reduce la absorción neta del agua en alrededor de un 10% o más, después de 24 horas de la prueba de remojo con agua. El índice de permeabilidad del agua se reduce en alrededor de un 20% o más. Por otra parte, las fibras encoladas también recuden la florescencia, un efecto lateral del empapamiento con agua. El uso de las fibras tratadas con químicos especiales puede mejorar la resistencia al deshielo-congelado, descomposición y UV del producto final para la edificación.

Las presentaciones recomendadas de esta invención están limitadas a las fibras encoladas. De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se entrega un material para la construcción que incorpora las fibras reforzándolas individualmente. Al menos una parte de las fibras se tratan químicamente en la presencia de agua o un solvente orgánico, para mejorar la resistencia del material para construir en la degradación ambiental y/o del agua.

En otro aspecto, se entrega una formulación del material para construir que comprende un enlazador hidráulico y fibras que se refuerzan individualizadas. Al menos una parte de las fibras se tratan químicamente en la presencia de agua o un solvente orgánico para mejorar la resistencia del material para construir en la degradación ambiental y/o del agua.

En otro aspecto, se entrega un método para fabricar un material para construir que incorpora las fibras que se refuerzan. Al menos una parte de las fibras que se refuerzan, se tratan químicamente en la presencia de agua o un solvente orgánico para mejorar la resistencia de la fibra en la degradación ambiental y/o del agua. Las fibras que se refuerzan, de preferencia se individualizan. Las fibras que se refuerzan se mezclan con un

enlazador hidráulico para formar una mezcla. La mezcla se forma dentro de un artículo de un tamaño y forma pre-seleccionado. El artículo se cura para formar el material reforzado con fibra para la construcción.

Como ventaja, las presentaciones recomendadas de esta invención entregan materiales reforzados con fibra para construir, que tienen emigración reducida de agua, disminución del índice de absorción de agua, disminución de la permeabilidad al agua, menor fluorescencia, menor disolución severa y los problemas de la re-deposición, y resistencia al deshielo-congelado mejorado, como el comparado a un material hecho desde una formulación equivalente sin fibras de celulosa encoladas. Además, los materiales para construir recomendados, son estables dimensionalmente y retienen las ventajas de los materiales reforzados con fibra de celulosa. El material para construir con fibras clasificadas se pueden fabricar usando los procesos convencionales a los materiales de cemento con fibra. Se pueden necesitar menos fibras de celulosa para hacer los materiales del compuesto. Estas y otras ventajas llegarán a ser más apreciables en su totalidad por la siguiente descripción, tomada en conjunto con los dibujos que las acompañan.

#### **Breve Descripción de los Dibujos**

La FIGURA 1 es una ilustración esquemática, como ejemplo, de una fibra de celulosa que tiene su superficie exterior e interior tratadas con un agente de apresto, de acuerdo con una presentación recomendada.

La FIGURA 2 ilustra, como ejemplo, el flujo de una presentación para tratar las fibras con el agente de apresto en la solución.

La FIGURA 3 ilustra, como ejemplo, los flujos de varias presentaciones para tratar las fibras con los agentes de clasificación, usando un proceso de rociado en seco.

La FIGURA 4 ilustra, como ejemplo, el flujo del proceso de una presentación para hacer materiales del compuesto de cemento reforzados con fibras.

La FIGURA 5 es una gráfico que ilustra los resultados de la prueba de la permeabilidad al agua de los materiales de cemento con fibra para construir, hechos con fibras encoladas, de acuerdo con una presentación recomendada y el material de cemento con fibra hecho con fibras sin encolar, convencionales.

La FIGURA 6 es un gráfico que ilustra los resultados del ciclo de deshielo-congelado del material de cemento con fibra para construir, hecho con fibras encoladas, de acuerdo con una presentación recomendada y el material de cemento con fibra hecho con fibras sin encolar, convencionales.

La FIGURA 7 es un gráfico que ilustra los resultados de la prueba de la emigración de agua del material de cemento con fibra para construir, hecho con fibras encoladas, de acuerdo con una presentación y el material de cemento con fibra hecho con fibras sin encolar, convencionales.

#### Descripción Detallada de las Presentaciones Recomendadas

Las presentaciones recomendadas de la presente invención se refieren, generalmente al tratamiento químico de las fibras de celulosa con el fin de mejorar su resistencia a la degradación ambiental y/o al agua, para usarlas en un material del compuesto para construir. Estas presentaciones no sólo incluyen el uso de las fibras de

celulosa encoladas, como la descrita a continuación con más detalles, sino que también a otros tratamientos químicos, como la carga de las fibras con sustancias insolubles para rellenar los espacios vacíos de las fibras, y el tratamiento con biocida de las fibras. Otros tratamientos químicos para mejorar las propiedades finales del material para construir, también se contemplan como que están dentro del campo de esta invención. Por ejemplo, se contemplan los tratamientos químicos que disminuyen el contenido COD en una fibra. Se apreciará que los aspectos de la presente invención, no se aplican únicamente a los productos de cementación reforzados con fibra de celulosa, y conforme a esto, los tratamientos químicos, también, se pueden aplicar a los materiales para la construcción reforzados con otras fibras en los productos sin cemento. Los principales tratamientos, además del tratamiento de fibra encolada descrita más tarde, caen dentro de los dos grupos adicionales, los cuales ahora, se describirán en más detalle. Estas son fibras cargadas y fibras tratadas de biocida.

#### Fibras Cargadas

En una presentación recomendada, esta invención se refiere a la aplicación de las fibras de celulosa individualizadas, cargadas dentro de los materiales reforzados con fibra de celulosa de cementación para la construcción. Las fibras de celulosa cargadas, generalmente comprenden fibras de celulosa individualizadas rellenas con uno o más compuestos químicos insolubles. Los compuestos inorgánicos y/o orgánicos, de preferencia se incorporan en los canales que conducen el agua y presentan vacíos en los lúmenes de la fibra de celulosa y las paredes de la celda. Los métodos de carga pueden incluir tratamientos químicos, como las reacciones químicas, deposición física o una combinación de ambos. Como ventaja, las sustancias que se depositan dentro de las fibras inhiben la transferencia de agua junto a los espacios y canales que conducen el agua, los cuales a su vez, inhiben la emigración de agua en el material del compuesto de cemento

con fibra. Las fibras cargadas, de preferencia tienen contenidos sin celulosa, desde alrededor de 0,5%- 200% basado en el peso del secado a horno de las fibras de celulosa. Mucho mejor, que las fibras cargadas contengan hasta alrededor de un 80% por peso de las sustancias no-celulósicas. Los lúmenes en las fibras se pueden cargar usando los métodos descritos en la Patente U.S. N° 4.510.020 y 5.096.539. Se pueden usar otros métodos de carga.

Los compuestos químicos seleccionados para cargar la fibra, de preferencia, que no interfieran con las reacciones de hidratación del cemento o que contaminen el agua del proceso. Por otra parte, los compuestos químicos, preferentemente que entreguen algunos atributos beneficiosos al producto de cemento con fibra, como aquellos que entregan mejor resistencia al fuego o resistencia biológica. Las sustancias de carga, de preferencia que tengan los mismos o similares coeficientes termales y de expansión de humedad, como la de la matriz de cementación. Los compuestos químicos que se pueden usar, incluyen, pero sin estar limitados a, las sales inorgánicas de sodio, potasio, calcio, zinc, cobre, aluminio y bario, como el carbonato, silicato, cromo, aluminato, acetato, palmitato, oleato, estearato, sulfato, fosfato o boratos en todas las formas; arcilla de todos los tipos, cemento de todos los tipos; hidrato de silicato de calcio de todos los tipos; y caolín en todos los tipos, o las mezclas de ellos. Además, los compuestos orgánicos que también se pueden usar, incluyen, pero sin estar limitados, a las ceras de petróleo o naturales, poliolefinos, acrílicos, epoxis, uretano y goma de butadieno de estireno, plásticos de todos los tipos, y otras resinas.

La carga de las fibras, de preferencia originan las sustancias insolubles para ocupar los espacios de los poros en los vacíos de la fibra y paredes de la celda. Mucho mejor, que la carga de los espacios del poro tomen lugar sin causar la formación de precipitados en la superficie de las fibras. Haciendo eso, se evitará alterar las características de la superficie de la fibra. Los compuestos de la carga, preferentemente

que tengan una tamaño de partícula en el rango de alrededor de 0,01 hasta 20  $\mu\text{m}$  de diámetro.

Se apreciará que en la lista anterior de los compuestos químicos, se ilustran simplemente los ejemplos de las sustancias que se pueden usar para cargar la fibra. La sustancia de carga, también pueden ser otros compuestos orgánicos o inorgánicos, o las combinaciones de ellos, dependiendo de los atributos particularmente necesitados para la aplicación específica del material de cemento con fibra. En una presentación, el carbonato de calcio se carga dentro de las fibras de celulosa, usando los métodos conocidos para cargar fibras, como las descritas en las Patentes U.S. Nos. 5.223.090 y RE35.460.

Una formulación recomendada del material del compuesto reforzado con fibra comprende un enlazante de cementación, un agregado, fibras de celulosa cargadas, modificadores de densidad, y varios aditivos para mejorar las diferentes propiedades del material. Se apreciará que no todos estos componentes son necesarios para formular un producto adecuado para la construcción, y de esta manera, en ciertas presentaciones, la formulación, simplemente puede comprender el enlazante de cementación y fibras de celulosa cargadas.

El enlazante de cementación, preferentemente es cemento Portland, pero también, sin estar limitado, puede ser cemento alto en alúmina, cal, cemento alto en fosfato y cemento de la escoria granulada molida en el horno de fundición, o las mezclas de ellos. El agregado, de preferencia es arena de sílice molida, pero sin estar limitada, también puede ser, sílice amorfa, micro-sílice, tierra de diatomea, volante de la combustión del carbón y ceniza del suelo, ceniza de la cáscara del arroz, escoria del horno de fundición, escoria granulada, escoria de acero, óxidos minerales, hidróxidos minerales, arcillas, mangasita o dolomita, hidróxidos y óxidos de metal, y gránulos poliméricos o las mezclas de ellos.

Los modificadores de densidad pueden ser materiales de peso ligero inorgánicos y/u orgánicos con una densidad menor que 1,5 gr./cm<sup>3</sup>. Los modificadores de densidad pueden incluir materiales plásticos, materiales cerámicos o de vidrio, hidratos de silicato de calcio, micro esferas, y cenizas volcánicas, incluyendo la perlita, basalto de shirasu y zeolitas en formas expandidas. Los modificadores de densidad pueden ser materiales sintéticos o naturales.

Los aditivos pueden incluir, pero no están limitados, modificadores de viscosidad, retardantes del fuego, agentes de impermeabilización, humo de la sílice, sílice geotermal, espesantes, pigmentos, colorantes, plastificantes, dispersantes, agentes de espuma, flocosos, asistentes de drenaje, asistentes de fuerza seca y humedad, materiales de silicona, polvo de aluminio, arcilla, caolín, trihidrato de alúmina, mica, meta caolín, carbonato de calcio, wollastonita y emulsión de resina polimérica, y las mezclas de ellos o de otros materiales.

Las fibras de celulosa son pulpas de celulosa fibriladas/refinadas o no fibrilada/no refinada de diversos recursos, incluyendo, pero sin limitación a la pulpa de celulosa semi-blanqueada, no blanqueada, blanqueada. Las pulpas de celulosa se pueden hacer de materiales agrícolas en bruto, madera dura, madera blanda, papel de desperdicio reciclado o cualquier otra forma de los materiales lignocelulósicos. Las fibras de celulosa se pueden hacer por los diversos métodos para hacer pulpa. En los materiales de madera del proceso para hacer pulpa u otros materiales en bruto lignocelulósicos, como el kenaf, paja y bambú, etc., se reducen a una masa fibrosa por los medios de la ruptura de los enlaces sin las estructuras de los materiales lignocelulósicos. Esta tarea puede acompañar a los tratamientos biológicos, termales, mecánicos, químicos o por las combinaciones de estos tratamientos.

Las fibras de celulosa usadas para reforzar los materiales del compuesto de cemento son fibras predominantemente individualizadas con remoción completa o parcial de los componentes de lignina de las paredes de la celda de fibra. En una presentación, al menos un 90% de los componentes de lignina se remueven desde las paredes de la celda de la fibra. Estas fibras, preferentemente se preparan por los métodos químicos para hacer pulpa, los cuales confían principalmente en los efectos de los químicos para separar las fibras. Basado en los químicos utilizados en el proceso, los métodos para hacer pulpa se clasifican como Soda, Kraft, Kraft-AQ, Soda-AQ, Delignificación de Oxígeno, Oxígeno-Kraft, métodos de Solvente Orgánicos, y bombeo de Sulfito, lignina, que actúa como goma que mantiene la celulosa y hemicelulosa juntas para entregar fuerza mecánica a la madera, se rompe y disuelve por las reacciones químicas.

Estas reacciones químicas, habitualmente se realizan en un reactor, muchas veces llamado un digestor, bajo una temperatura alta, de alrededor de 150 a 250°C durante 30 minutos hasta 2 horas aproximadamente. La división de los enlaces entre los componentes celulósicos resulta en debilitación de los enlaces entre las fibras. Con los asistentes de las fuerzas mecánicas moderadas, las fibras de celulosa, después se separan dentro de fibras individuales.

Las fibras de celulosa cargadas se pueden usar en una variedad de materiales del compuesto, donde todas tienen diferentes proporciones del enlazante de cementación, agregados, fibras de celulosa no cargadas y/o cargadas, aditivos y modificadores de densidad para obtener propiedades óptimas para una aplicación en particular. En una presentación, la formulación del compuesto contiene hasta alrededor de un 50% de fibras cargadas por peso, mucho mejor alrededor de un 0,5% hasta 20%. Además, las fibras cargadas se pueden mezclar con fibras de celulosa convencionales no cargadas y/o fibras de polímeros sintéticos en diferentes proporciones. Se apreciará que el porcentaje de las fibras de celulosa cargadas pueden ser variadas, dependiendo del proceso o aplicación



deseada. Además, la proporción del enlazante de cementación, agregado, modificadores de densidad, y los aditivos también, se pueden variar para obtener propiedades óptimas para las diferentes aplicaciones, como techumbres, cubiertas, pavimentos, cañerías, paredes, rejas, adornos, cielos rasos o soportes para reforzamiento de azulejos.

La mayoría de las presentaciones de la fibra cargada descritas aquí, se pueden extender a las siguientes formulaciones:

- Alrededor de 10%-80% de enlazante de cementación;
- Alrededor de 20%-80% sílice (agregados);
- Alrededor de 0%-50% modificadores de densidad;
- Alrededor de 0%-10% aditivos; y
- Alrededor de 0,5%-20% fibras de celulosa cargadas o una combinación de fibras de celulosas cargadas, y/o fibras regulares no cargadas, y/o fibras inorgánicas naturales, y/o fibras sintéticas.

Se apreciará que en los artículos de cemento con fibra, que son para ser curadas al aire, se puede usar más cantidades de cemento, por ejemplo, 60%-90%, sin incorporar ninguna sílice o agregado. En las presentaciones hechas de autoclave, se puede usar una cantidad menor de cemento, incorporando las fibras de celulosa cargadas, individualizadas. En una presentación, la formulación hecha de autoclave, comprende:

- Alrededor de 20%-50% cemento, mucho mejor alrededor de 25%-45%, incluso mucho mejor alrededor de 35%;
- Alrededor de 30%-70% sílice molida fina, mucho mejor alrededor de 60%;
- Alrededor de 0-50% modificadores de densidad;
- Alrededor de 0-10% aditivos, mucho mejor alrededor de 5%; y

- Alrededor de 2%-20% fibras, mucho mejor alrededor de 10% fibras, en donde algunas fracciones de las fibras son fibras de celulosa cargadas con materiales orgánicos y/o inorgánicos que reducen el flujo de agua en el espacio del poro de la fibra.

Preferentemente, que las fibras cargadas tengan una libertad de 150 hasta 750 grados de la Libertad Estándar Canadiense (Canadian Standard Freeness, CSF) de acuerdo con el método TAPPI T 227 om-99. El enlazador de cementación y el agregado tiene áreas de superficie de alrededor de 250 hasta 400 m<sup>2</sup>/kg. y alrededor de 300 hasta 450 m<sup>2</sup>/kg, respectivamente. El área de la superficie, tanto para el cemento como la sílice, se prueban de acuerdo con la ASTM C204-96a.

Los canales que conducen el agua y los vacíos en los lúmenes de las fibras de celulosa y las paredes de celdas, de preferencia, se rellenan con uno o más compuestos químicos, usando las técnicas para cargar, como las reacciones químicas y deposición física o una combinación de ambas, como lo descrito anteriormente. Estas técnicas para cargar, de preferencia ocurren en la presencia de agua o un solvente orgánico, con la carga de las fibras, de preferencia, ocurren en el contacto de los compuestos químicos con las fibras de celulosa. Mucho mejor, que las técnicas para cargar ocurran a temperaturas ambientes, o menores que alrededor de 100°C. En el proceso químico para cargar varios componentes solubles se disolverán en la lechada de la pulpa y penetrarán dentro de las paredes de celda. Las reacciones se provocan cambiando el pH, temperatura, dosis de reactivos, radiación, presión, fuerzas iónicas u otras condiciones. Como resultado, los productos de la reacción insoluble se forman y depositan dentro de las fibras. Los ejemplos de la deposición química se describen en la Patente U.S. Nos. 5.223.0909 y RE 35.460, donde primero el Ca(OH)<sub>2</sub> se disuelve en una lechada de pulpa y después el gas CO<sub>2</sub> que se borbotea a través de la lechada. El Ca(OH)<sub>2</sub> se hará reaccionar con CO<sub>2</sub> para formar CaCO<sub>3</sub> insoluble dentro de las fibras. La carga de la fibra por la deposición física

incorporadas con químicos que inhiben el crecimiento de microorganismos. Los químicos de biocida, de preferencia se ubican en las locaciones en la fibra donde, es más probable que las actividades biológicas ocurran. Por ejemplo, los químicos de biocida, preferentemente, se aplican a las superficies exteriores e interiores de los canales que conducen el agua y los poros de la fibra donde, es más probable que los microorganismos crezcan y causen daño a las fibras. Las fibras se pueden tratar con químicos de biocida, usando la reacción química y/o fuerzas físicas para enlazar o unir los químicos a la superficie de las paredes de celda de las fibras. El método para tratar la fibra puede incluir la impregnación de presión o difusión de concentración u otras técnicas con el asistente de los gradientes de presión, temperatura, concentración, pH u otras fuerzas iónicas. Preferentemente, el tratamiento de la biocida ocurre a temperaturas ambientes, o menores que alrededor de 100°C. Como ventaja los químicos de biocida, incorporados dentro de las fibras, retardan o inhiben el crecimiento de microorganismos y de este modo, mejoran la resistencia biológica de las fibras. Ya que la fibra es el agente de refuerzo, la mejora en la resistencia biológica de las fibras a su vez, intensifica la durabilidad del material del

habitualmente es sin implicar a la reacción química. Muchas veces, la fibra que se carga se realiza por una combinación, tanto de las deposiciones físicas como químicas.

Más detalles con respecto a la fabricación de los artículos de cemento con fibra que usan las formulaciones mencionadas anteriormente, se describen a continuación con relación a las presentaciones de la fibra encolada.

#### Fibras Tratadas con Biocida

En otra presentación recomendada, esta invención se refiere a la adición de fibras tratadas con biocida dentro de los materiales del compuesto reforzados con la celulosa de cementación. Las fibras tratadas con biocida, generalmente, comprenden fibras de celulosa incorporadas con químicos que inhiben el crecimiento de microorganismos. Los químicos de biocida, de preferencia se ubican en las locaciones en la fibra donde, es más probable que las actividades biológicas ocurran. Por ejemplo, los químicos de biocida, preferentemente, se aplican a las superficies exteriores e interiores de los canales que conducen el agua y los poros de la fibra donde, es más probable que los microorganismos crezcan y causen daño a las fibras. Las fibras se pueden tratar con químicos de biocida, usando la reacción química y/o fuerzas físicas para enlazar o unir los químicos a la superficie de las paredes de celda de las fibras. El método para tratar la fibra puede incluir la impregnación de presión o difusión de concentración u otras técnicas con el asistente de las gradientes de presión, temperatura, concentración, pH u otras fuerzas iónicas. Preferentemente, el tratamiento de la biocida ocurre a temperaturas ambientes, o menores que alrededor de 100°C. Como ventaja los químicos de biocida, incorporados dentro de las fibras, retardan o inhiben el crecimiento de microorganismos y de este modo, mejoran la resistencia biológica de las fibras. Ya que la fibra es el agente de refuerzo, la mejora en la resistencia biológica de las fibras a su vez, intensifica la durabilidad del material del

compuesto de cemento con fibra. La dosis de biocidas para tratar las fibras, de preferencia están en el rango de 0,01% hasta 20% de la masa secada a horno de las fibras, dependiendo de los tipos de biocidas, procesos de tratamiento y requerimientos del producto final.

Ahora, se describirá la selección de biocidas para el tratamiento de la fibra y de cómo usar las fibras tratadas con biocida en la fabricación del material de cemento reforzado con fibra. Las biocidas activas, biológicamente seleccionadas para el tratamiento de la fibra, de preferencia tienen fuertes afinidades con las fibras de celulosa, no interfieren con las reacciones de hidratación del cemento, ni tampoco contaminan el agua del proceso. Las biocidas efectivas, preferentemente son estables en altas temperaturas y condiciones alcalinas ( $\text{pH} > 10$ ). Por otra parte, los químicos de preferencia, entregan algunos otros atributos beneficiosos a los materiales del compuesto de cemento con fibra. Muchas biocidas conocidas no son adecuadas para el tratamiento de la fibra, debido a estos estrictos requerimientos. Lixiviar la biocida desde las fibras tratadas y de los productos, limita significativamente la disponibilidad de biocidas aplicables a las presentaciones recomendadas. Sorpresivamente, diversas biocidas se encuentran en los requerimientos anteriores y entregan buena eficacia en la batalla con las actividades biológicas.

Los químicos que se pueden usar como biocidas efectivas, para el tratamiento de la fibra incluyen, sin estar limitados, al sodio, potasio, calcio, zinc, cobre y sales de bario de carbonato, silicato, sulfato, hálido y el borato en todas las formas; carboxilatos de zinc; ácidos bóricos; bicromato de sodio; arseniato de cromo de cobre (CCA); borato de cobre cromado (CBC); arseniato de zinc de cobre amoniacal (ACA); arseniato de zinc de cobre amoniacal (ACZA); fluoruro de cromo de cobre (CFK); flúorborato de cromo de cromo (CCBF); fósforo de cromo de cobre (CCP); y otros compuestos inorgánicos.

Además, los compuestos orgánicos también se pueden usar para el tratamiento de la fibra, que incluyen, pero sin limitación, al propiconazola en varias formulaciones; tebuconazola con una variedad de formulaciones; órgano-cloruro, como el pentaclorofenol (PCP); compuestos de amoníaco cuaternario (AAC); cobre 8-hidroxiquinolina oxeno de cobre en varias formulaciones; óxido tri-n-butiltin (TBTO) de todas las clases de formulaciones; naftalenato tri-n-butiltin (TBTN) en varias formulaciones; bromuro didecildimetilamoníaco (DDAB) en varias formulaciones; cloruro didecildimetilamoníaco (DDAC) de todas las clases en varias formulaciones; y otros fungicidas de todos los tipos; algicidas de todos los tipos; y preservativos de termitas en todos los tipos.

Las fibras, de preferencia se tratan con una o más biocidas enumeradas anteriormente, dependiendo de los atributos particularmente necesitados, para una aplicación específica del material de cemento con fibra. El tratamiento de la fibra ocurre en la presencia de agua o un solvente orgánico, con el tratamiento de biocida de la fibra, cualquier carga directa, reacción química u otro mecanismo, de preferencia que ocurra sobre el contacto de los compuestos químicos con las fibras de celulosa. Se puede apreciar, que las listas anteriores de los químicos son ejemplos meramente ilustrativos de las sustancias que se pueden usar para el tratamiento de biocida de la fibra. Los químicos, también pueden ser cualquiera de los otros compuestos orgánicos o inorgánicos que tienen efectos inhibidores al crecimiento del moho, alga, bacteria, hongos.

Las formulaciones de las fibras tratadas con biocida son parecidas a aquellas descritas anteriormente, para las fibras cargadas, estas fibras se reemplazan con fibras tratadas con biocida. Por otro lado, los métodos para la fabricación de los materiales para construir, que incorporan las fibras tratadas con biocida y otros aspectos, son parecidos al de las fibras encoladas, descritos a continuación.

### Fibras Encoladas

Tendiendo solamente descritos los tratamientos adicionales, posibles, ahora describimos en más detalle la presentación de la fibra encolada de la presente invención y el uso y aplicación de las fibras encoladas en los materiales del compuesto de cemento reforzados con fibra.

En otro aspecto de la invención, las presentaciones recomendadas describen la preparación y aplicación de las fibras de celulosa encoladas en los materiales del compuesto reforzados con fibra. Estas presentaciones no abarcan solamente a los materiales del compuesto formado con las fibras encoladas, sino que también, la formulación y los métodos de fabricación de los materiales del compuesto, tanto como los métodos para tratar químicamente las fibras para mejorar la hidroficidad de las fibras.

En un aspecto, esta invención se refiere a la incorporación de las fibras de celulosa encoladas, que generalmente comprenden fibras de celulosa tratadas con uno o más agentes de apresto que bloquean parcial o temporalmente los sitios hidrófilos en las superficies exteriores e interiores de las fibras de celulosa. Los agentes de apresto, de preferencia, se enlazan químicamente a los grupos de hidroxilo en las superficies de la fibra en la presencia de agua o un solvente orgánico para que enlace a los grupos de hidroxilo y prevenir considerablemente a los grupos de hidroxilo de la reacción con las moléculas de agua. La reacción química entre los agentes de apresto y los grupos de hidroxilo, de preferencia ocurren en el contacto del agente de apresto con las fibras de celulosa.

La figura 1 entrega una ilustración 100 esquemática de una fibra de celulosa 102 que se trata con un agente de apresto, de una presentación recomendada. La fibra de celulosa 102 comprende poros y canales que conducen el agua que se extiende a través de

### Fibras Encoladas

Tendiendo solamente descritos los tratamientos adicionales, posibles, ahora describimos en más detalle la presentación de la fibra encolada de la presente invención y el uso y aplicación de las fibras encoladas en los materiales del compuesto de cemento reforzados con fibra.

En otro aspecto de la invención, las presentaciones recomendadas describen la preparación y aplicación de las fibras de celulosa encoladas en los materiales del compuesto reforzados con fibra. Estas presentaciones no abarcan solamente a los materiales del compuesto formado con las fibras encoladas, sino que también, la formulación y los métodos de fabricación de los materiales del compuesto, tanto como los métodos para tratar químicamente las fibras para mejorar la hidrofobicidad de las fibras.

En un aspecto, esta invención se refiere a la incorporación de las fibras de celulosa encoladas, que generalmente comprenden fibras de celulosa tratadas con uno o más agentes de apresto que bloquean parcial o temporalmente los sitios hidrófilos en las superficies exteriores e interiores de las fibras de celulosa. Los agentes de apresto, de preferencia, se enlazan químicamente a los grupos de hidroxilo en las superficies de la fibra en la presencia de agua o un solvente orgánico para que enlace a los grupos de hidroxilo y prevenir considerablemente a los grupos de hidroxilo de la reacción con las moléculas de agua. La reacción química entre los agentes de apresto y los grupos de hidroxilo, de preferencia ocurren en el contacto del agente de apresto con las fibras de celulosa.

La figura 1 entrega una ilustración 100 esquemática de una fibra de celulosa 102 que se trata con un agente de apresto, de una presentación recomendada. La fibra de celulosa 102 comprende poros y canales que conducen el agua que se extiende a través de



la fibra 102. Las superficies exteriores e interiores de los poros y los canales que conducen el agua contienen numerosos grupos funcionales de hidroxilo 104. Cuando la fibra 102, no es tratada, estos grupos de hidroxilo 104 son probablemente, para formar los enlaces de hidrógeno con las moléculas de agua en el ambiente. Los poros y los canales que conducen, de este modo, absorben agua y facilitan la emigración del agua a través de la fibra.

Como lo muestra la figura 1, la fibra 102 de una presentación recomendada, se trata con un agente de apresto 106 para bloquear los grupos de hidroxilo 104. De preferencia, cada agente de apresto 106 comprende un grupo funcional hidrófilo 108 y un grupo funcional hidrófobo 110. Preferentemente, los grupos hidrófilos 108 se enlazan químicamente a los grupos de hidroxilo 104, por medio del cual prevenir a los grupos de hidroxilo 104 de la reacción con las moléculas de agua. Por otro lado, los grupos extremos hidrófobos 110 permanecen libres y se unen a la superficie de la fibra a través del enlace entre el grupo hidrófilo y las superficies de la fibra. Los grupos hidrófobos 110 del exterior de las moléculas de clasificación repelen el agua de la superficie de la fibra. En una presentación, cada molécula del agente de apresto 106 tiene un grupo funcional hidrófilo que comprende silanol ( $\text{Si-OH}$ ) o polisilanol ( $\text{Si-(OH)}_n$ , donde  $n = 2, 3 \text{ ó } 4$ ) y un grupo funcional hidrófobo, que comprende cadenas de alquilo ramificada o recta o fragmentos aromáticos. El silanol o polisilanol puede ser resuelto desde la hidrólisis de los fragmentos de alcoxi hidrolisables que unen a un elemento del silicio. Los agentes de apresto 106 se pueden aplicar a las superficies de la fibra usando los métodos que incluyen la deposición al vacío, rociado a presión, desinfección o tratamiento de las fibras en soluciones solventes o acuosas que contienen químicos de apresto. Como ventaja, los agentes de apresto se depositan en las superficies exteriores e interiores de las fibras enlazadas químicamente con los sitios de hidrófilo, como los grupos funcionales de hidroxilo, por medio del cual causan que las superficies lleguen a ser menos hidrófilas,

mientras que a su vez, inhiben las transferencias del agua junto con los canales que conducen el agua y vacíos o poros.

Los agentes de apresto, también pueden reaccionar con los componentes orgánicos e inorgánicos en la matriz del cemento reforzado con fibra e impartir mayor hidrofobicidad a la matriz. En la formación de los materiales del compuesto de cemento reforzado con fibra, las fibras encoladas pueden actuar como un portador del agente de apresto. Las fibras encoladas pueden liberar el químico hacia los ambientes circundantes de la fibra, impartiendo al ambiente hidrofobicidad, también.

#### *Químicos de Apresto y Fibras Celulosas para el Tratamiento de la Fibra*

Los químicos seleccionados para encolar la fibra, de preferencia encuentran requerimientos estrictos para el proceso y producto, incluyendo a aquellos que son, sin estar limitados, para ser álcali, UV estable, temperatura estable, sin interferir con las reacciones de hidratación del cemento, sin contaminar el agua del proceso y sin lixiviar desde el producto final, etc. Los compuestos químicos que se pueden usar como agentes de apresto, sin limitación, incluyen:

- Resinas orgánicas, como las ceras de petróleo o naturales, poliolefinos, acrílicos, epoxies, derivados del silano de todas las clases y en todas las formulaciones, alcoxisilano de todas las clases y en diversas formulaciones, emulsiones de silicona de todas las clases y en diversas formulaciones, látexes acrílicos de todas las clases, emulsiones de goma de butadieno de estireno de todas las clases, y otras resinas y látex de polímeros, usados comúnmente para alterar las características de la superficie de las fibras de celulosa;

- Agentes de apresto solubles en agua que son comúnmente para la industria del papel, como los ácidos de brea seca, alumbre, almidones, gomas, cecina, proteína de soja, dímeros de quitina de alquilo (AKD) de todas las clases y en todas las formulaciones, anhídridos succínicos de alqueno (ASA) de todas las clases y en todas las formulaciones, ácidos esteáricos de todas las clases y en todas las formulaciones.

Las fibras, de preferencia se tratan con uno o más de los compuestos enumerados anteriormente, dependiendo de los atributos particularmente necesitados para una aplicación específica del material del cemento de fibra. Los ejemplos de los químicos disponibles comercialmente, que se pueden incluir, pero sin estar limitados:

- Látex Dow Chemicals RAP900NA, PP722HS, y PB6638
- Valspar EPS2718, EPS2708 y EPS2102
- ChemRex Enviroseal 100, Enviroseal 100 plus, Enviroseal 40, Enviroseal 7, Hidrozoo 100 y Hidrozoo 100 plus
- Emulsiones Dow Corning 2-7195 y 2-8002; polímeros Dow Corning 2-8040 y 2-8630
- Euclid Chemical Euco-Guard VOX, Eucon 37
- Cresset Chemical Co. C-378
- Clariant Prosil 9202
- Pro-Seal DP-36

Los agentes de apresto pueden estar en una forma seca como polvos, o en forma húmeda, como emulsiones, dispersiones, látexes y soluciones. Cuando se aplican múltiples agentes de apresto, algunos pueden estar en forma seca y otros en forma húmeda. Por otro lado, el agente de apresto de las presentaciones recomendadas, también pueden

incluir otros químicos que se usan tradicionalmente para clasificar las fibras de papel como la inventada en la Patente de U.S. No. 5.096.539. Si los agentes de apresto están en la forma seca o en la forma húmeda, cuando causó reacción con los grupos de hidroxilo en las fibras, la reacción, de preferencia ocurre en la presencia de agua o un solvente orgánico para facilitar la reacción. Se puede apreciar que las listas anteriores de los compuestos químicos son ejemplos meramente ilustrativos de las sustancias que se pueden usar para encolar las fibras. Los agentes de apresto también pueden ser otros compuestos adecuados, inorgánicos u orgánicos, o las combinaciones de ellos, dependiendo de los atributos particularmente necesitados para la aplicación específica del material del cemento con fibra.

Las fibras de celulosa que se usan para los tratamientos que encolan la fibra se pueden hacer en diversos métodos para hacer pulpa, como el descrito con respecto a la carga de las fibras anteriores. En el proceso para hacer pulpa, madera u otros materiales en bruto lignocelulósicos, como el kenaf, paja y bambú, etc., se reducen a una masa fibrosa por los medios de interrupción de los enlaces dentro de las estructuras de los material lignocelulósicos. Esta tarea se puede lograr químicamente, mecánicamente, termalmente, biológicamente o por las combinaciones de estos tratamientos. Basado en los químicos utilizados en el proceso, los métodos para hacer la pulpa química se clasifican como Soda, Kraft, Kraft-AQ, Soda-Aq, Delignificación de Oxígeno, Kraft-Oxígeno, métodos de solventes Orgánicos, y borboteo del sulfito, explosión de vapor o cualquiera de las otras técnicas para hacer pulpa. En el método para hacer pulpa química, la lignina, que actúa como goma que mantiene a la celulosa y hemicelulosa juntas para entregar fuerza mecánica a la madera, se rompe y disuelve por las reacciones químicas.

Estas reacciones para hacer pulpa, habitualmente se realizan en un reactor, muchas veces llamado un digestor, bajo una temperatura alta de alrededor de 150 a 250°C durante 30 minutos hasta 2 horas aproximadamente. La división de los enlaces entre los

componentes celulósicos y la lignina resultan en debilitación de los enlaces entre las fibras. Con los asistentes de fuerzas mecánicas moderadas, las fibras de celulosa, después se separan en fibras individuales. Las fibras de celulosa usadas para el tratamiento de apresto, de preferencia, son fibras individualizadas hechas por los diversos métodos mencionados anteriormente.

Las fibras de celulosa para el tratamiento de apresto, pueden ser pulpas de celulosa refinadas/fibriladas o no refinado/no fibrilado desde los recursos, incluyendo sin estar limitada, la pulpa de celulosa semi-blanqueada, no blanqueada, blanqueada producida por las diversas técnicas para hacer pulpa. Las pulpas de celulosa se pueden hacer de madera blanda, madera dura, materiales agrícolas en bruto, papel de desecho reciclado o cualquiera de las otras formas de los materiales lignocelósicos.

#### *Tratamiento de la Fibra*

Se pueden usar varios métodos para tratar / clasificar las fibras de celulosa con uno o más agentes de apresto. Un método del tratamiento de la fibra recomendado, generalmente, incluye los siguientes pasos realizados en varias secuencias:

- Dispersión/fibrilación de la fibra (individualizar las fibras);
- Fibrilación (medios mecánicos para aumentar el área de la superficie de la fibra);
- Acondicionamiento de la fibra (deshidratación, secado o disolución);
- Reacciones de tratamiento/encolado con uno o más agentes de apresto; y
- Acondicionamiento de las fibras encoladas (secado, humectación o dispersión).

Algunos de estos pasos se pueden omitir o algunos de los otros pueden ser convenientes. El método para el tratamiento de la fibra se puede realizar por diversos medios, incluyendo, pero estar limitados, los tratamientos en las soluciones solventes orgánicas o acuosas, y/o tratamiento de rociado por presión o al vacío de los agentes de apresto en las fibras de celulosa mojadas o secadas.

#### *Tratamiento de la Fibra en la Solución*

La Figura 2 ilustra una presentación del proceso recomendado para tratar la fibra 200, que se realiza en la solución. El proceso 200 empieza con el paso 202, en donde las fibras de celulosa no tratadas se dispersan, fibralizan (individualizan) y/o fibrilan. La individualización de las fibras puede ocurrir por un proceso químico para hacer pulpa, como el descrito anteriormente. Como alternativa, se apreciará que en la realización de este proceso de fabricación recomendado, el paso químico para hacer pulpa, no es necesario. Esto es porque la individualización química de las fibras, muchas veces es hecho por el fabricante de la fibra, quien después entrega las fibras al comprador en rollos o láminas estándares traslapadas. De esta manera, la individualización de tales fibras, incluye simplemente separar mecánicamente a las fibras desde las láminas o rollos, como el molido por martillo u otros métodos.

En una presentación, las fibras de celulosa no tratadas se reciben en forma seca (traslapes y rollos) o en forma húmeda (traslapes húmedos y en contenedores). Preferentemente, las fibras no tratadas se dispersan en una consistencia de alrededor de 1% - 6% para formar la lechada de la pulpa en un hidrapulpor, que también imparte cierta fibrilación. Además, la fibrilación se puede lograr usando un refinador o una serie de refinadores. Una vez dispersados, las fibras, después se fibrilan en un rango de alrededor de 100 hasta 750 grados de la Libertad Estándar Canadiense (CSF). La dispersión y

fibrilación se puede lograr por otras técnicas, como por ejemplo, despatillado, molido y desfibración. También es posible el tratamiento de las fibras de celulosa sin la fibrilación. En algunas presentaciones, se recomiendan las fibras no fibriladas.

En la presentación mostrada en la Figura 2, subsiguiente a la dispersión de las fibras en el paso 202, el proceso 200 continua con el paso 204, en donde las fibras no fibriladas o fibriladas en las formas de mezcla, después se des-hidratan, usando la filtración por presión, filtración al vacío o centrifugación continua a un contenido de sólido total de alrededor de 2% hasta 5%. Además, de la des-hidratación de las fibras, se puede lograr por el secado por evaporación al vacío que seca, secado rápido, secado por congelado, secado a horno a baja temperatura, y otras técnicas de secado que no presenta daños significantes a la integridad de la fibra. En una presentación, las fibras des-hidratadas se mezclan completamente en un recipiente reactor usando dispensadores, mezcladores o hidrapulpores de cualquier clase. Como lo mostrado en la Figura 2, el agua del paso de deshidratación 204, se puede reciclar por la planta de agua 204a y circulada de vuelta al paso 202.

El proceso 200, después sigue con el paso 206, en el cual se realizan las reacciones del apresto. De preferencia, que los agentes de apresto preparados se agreguen al reactor mientras se aplica el mezclado y la agitación constante. La dosis de los agentes de apresto son dependientes en las aplicaciones destinadas de las fibras tratadas, los tipos de los químicos de apresto y las condiciones de la reacción. En una presentación, las dosis están dentro del rango de alrededor de 0,01 % hasta 50% por peso de las fibras de celulosa secada al horno. Los sistemas del reactor, de preferencia, están equipados con algunas clases de dispositivos de agitación para asegurar una buena mezcla.

Las reacciones del apresto se pueden realizar a temperatura ambiente o a elevada temperatura primero, de hasta alrededor de 200°C, mucho mejor alrededor de 0° hasta

100°C. Las temperaturas y presiones más altas, son preferentemente para ciertos tratamientos. El tiempo de retención varía desde alrededor de unos pocos segundos hasta 24 horas, dependiendo del grado deseado del apresto, los tipos y las dosis de los químicos de apresto usados, los tipos de las fibras de celulosa, y otras condiciones de la reacción. Se recomiendan los reactores continuos o en series de todas las clases que se puedan usar, pero en depósitos semi-continuos o continuos o reactores de flujo por tapón, para el tratamiento de la fibra en esta presentación.

Después que se alcanza un tiempo de retención predeterminado, los agentes de aprestos residuales se pueden separar y remover por la centrifugación o filtración, como se muestran en el paso 208 del proceso 200. En una presentación, los agentes de apresto residuales se reciclan y reutilizan. Las fibras de la pos-reacción con un contenido sólido total de aproximadamente un 2% hasta un 80% además, se puede tratar y acondicionar como en los pasos 210 y 212 del proceso 200. Preferentemente, las fibras de la post-reacción se secan a horno a baja temperatura, evaporación al vacío, y otras técnicas de secado no destructivas. En una presentación, las fibras tratadas se acondicionan a un sólido total de alrededor de 4% hasta 90% y luego se incorporan dentro de los materiales del compuesto de cemento en el paso 214.



**Tabla 1: Condiciones para el Tratamiento de Apresto de la Mayoría de las Presentaciones**

<b>Parámetros</b>	<b>Rangos</b>	<b>Más recomendados</b>
Porcentaje de las Fibras en la Mezcla (% por peso)	alrededor de 0,01 a 50	alrededor de 3 a 30
Libertad del Fibra después de la Fibrilación (CSF)	alrededor de 100 a 750	alrededor de 150 a 650
Dosis de los Agentes de Apresto (% por peso)	alrededor de 0,01 a 50	alrededor de 0,1 a 10
Temperatura de la Reacción (°C)	alrededor -20 a 200°C	alrededor de 0 a 100°C
Presión de la Reacción (atm)	alrededor de 1 a 10	alrededor de 1 a 2
Tiempo de Retención (segundos)	alrededor de 5 a 100.000	alrededor de 5 a 3.600

La Tabla 1 da ejemplos de las condiciones de las reacciones del proceso para el tratamiento de la fibra 200, descrita anteriormente. Sin embargo, diversos cambios y modificaciones en las condiciones se pueden hacer desde las presentaciones indicadas aquí sin dejar de lado el espíritu de la invención.

#### *Tratamiento de la Fibra por Rociado en Seco*

La Figura 3 ilustra varias presentaciones para tratar las fibras rociándolas en seco. El proceso 300 empieza con el paso 302, en que los materiales en bruto se preparan para el tratamiento. Las fibras no tratadas se pueden recibir en diversas formas como los pliegues de la pulpa (láminas) en envoltorios 302a; láminas de pulpa en rollos 302B; fibribizar las fibras,(por martilleo o desfibrado) en los envoltorios, contenedores o silos 302c; fibras semi-secas o secas fibriladas (refinadas) en los envoltorios, silos o contenedores 302d; y otras formas para secar las fibras de celulosa.

Como se muestra en la Figura 3, en el paso para tratar las pulpas en las formas de rollos o pliegues / láminas 302a y 302b, los agentes de apresto emulsificados se rocían sobre las fibras de celulosa como se muestra en los pasos 304 a y 304 b. Las reacciones de apresto se pueden realizar antes, durante o después del proceso de fibrilación (individualización). En estos sistemas de rocío, los agentes de apresto se pueden vaporizar y los químicos vaporizados se pueden presurizar para entregar suficientes velocidades de rocío. Algunos gases para llevar, se pueden usar para rociar los químicos del apresto en las emulsiones de látex. De preferencia, las boquillas se seleccionan para general partículas de rocío lo más fino posible. Se apreciará que incluso para un proceso de secado, la reacción de los agentes de apresto con las fibras, aún toma lugar en la presencia de agua o un solvente orgánico debido a la composición del rocío mismo.

En otras presentaciones de este tratamiento, los agentes de apresto se aplican sobre las láminas, cilindros o pliegues de la pulpa por sumergir las redes de la pulpa en las soluciones de los agentes de apresto. Después de un tiempo de retención predeterminado, permite que las reacciones de apresto tomen lugar, las pulpas después se individualizan o fibrilan por las técnicas, como el molido por martilleo, desfibrilación o refinación. Las reacciones de apresto y fibrilación también se pueden realizar al mismo tiempo, por rociar los químicos en las fibras durante los procesos de fibrilación. Como además, muestra la figura 3, en tratamiento de las fibras fibriladas 302c, los agentes de apresto serán rociados sobre las fibras fibriladas como se muestra en el paso 304c. Las reacciones de apresto están permitidas para que tomen lugar en un reactor con mezclado / agitación energético. El tratamiento del apresto también se puede realizar en los sistemas para mezclar, como secadores rápidos, martilleo, cámaras de aplicación de resina convencionales, o reactores de los depósitos cerrados.

En otra presentación, las fibras de celulosa fibriladas en una forma seca se pueden usar en el tratamiento de la fibra 304d. En la preparación de las fibras secas fibriladas, la

pulpa de celulosa se refina usando hidra-pulpores convencionales, refinadores de pulpa o desfibradoras. Las fibras fibriladas después, se deshidratan y/o secan usando las técnicas como el secado rápido y secado al aire. Las fibras fibriladas secas o mojadas después, se llevan en contacto con los agentes de apresto convenientes en un reactor. El tratamiento de apresto de estas presentaciones se puede realizar a temperatura ambiente o a temperatura elevada bajo las presiones elevadas o atmosféricas. El tiempo de retención para el tratamiento puede variar, para ajustar el proceso y equipamiento, de preferencia 5 segundos a 12 horas. Las dosis de los agentes de apresto están de preferencia en el rango de alrededor de 0,01% hasta 20% de las fibras secadas al horno.

Como se muestra en la Figura 3, las fibras tratadas se acondicionan subsiguientemente, en el paso 306. Las fibras tratadas se pueden acondicionar por las técnicas como secar, humectar y dispersar. Después de acondicionar las fibras, las fibras encoladas son además, procesadas. Las fibras encoladas se dispersan o fibrilan. En algunos casos no se necesita la fibrilación. Las fibras encoladas después se incorporan dentro de la fabricación de los materiales del compuesto de cemento con fibra en el paso 308.

Los químicos del apresto se pueden aplicar directamente en el proceso para hacer los materiales del compuesto de cemento con fibra, como se describirá con mayor detalle a continuación. De preferencia, los químicos del apresto se agregan a la fibra antes de mezclar con otros ingredientes.

*Formulación para Hacer los Materiales de Cemento Reforzados con Fibra, Usando Fibras Encoladas*

La mayoría de las presentaciones descritas aquí pueden estar contenidas en las siguientes formulaciones:

- Alrededor de 10%-80% cemento (enlazante de cementación);
- Alrededor de 20%-80% sílice (agregado);
- Alrededor de 0%-50% modificadores de densidad;
- Alrededor de 0%-10% aditivos; y
- Alrededor de 0,5%-20% fibras de celulosa encoladas o una combinación de las fibras de celulosa encoladas, y/o fibras inorgánicas naturales, y/o fibras sintéticas;

El enlazante de cementación, de preferencia es cemento Portland pero también, sin estar limitado, puede ser cemento de alúmina alta, cal, cemento de fosfato alto, y cemento de la escoria granulada molida en el horno de fundición, o las mezclas de ellos. El agregado, de preferencia, es arena de sílice molida pero también, puede ser, sin esta limitado, sílice amorfá, micro sílice, tierra de diatomea, volante de la combustión del carbón y ceniza del suelo, ceniza de la cáscara de arroz, escoria del horno de fundición, escoria granulada, escoria de acero, óxidos minerales, hidróxidos minerales, arcillas, magnasita o dolomita, óxidos de metal e hidróxidos y gránulos poliméricos, o las mezclas de ellos.

Los modificadores de densidad pueden ser materiales de peso ligero inorgánicos y/u orgánicos con una densidad menor que alrededor de  $1,5 \text{ g/cm}^3$ . Los modificadores de densidad materiales huecos de plásticos, materiales de cerámica o vidrio, hidratos de silicato de calcio, micro esferas, y cenizas de volcán, incluyendo perlita, piedra pómez,

basalto de shirasu y zeolitas en las formas expandidas. Los modificadores de densidad pueden ser materiales sintéticos o naturales. Los aditivos pueden incluir, pero sin estar limitados, modificadores de viscosidad, retardantes de fuego, agentes impermeabilizantes, humo de sílice, sílice geotermal, espesantes, pigmentos, colorantes, plastificantes, dispersantes, agentes de formación, floculantes, asistentes de drenaje, asistentes de fuerza húmeda y seca, materiales de silicona, polvos de aluminio, arcilla, caolín, trihidrato de alúmina, mica, metacaolín, carbonato de calcio, wollastonita y emulsión de resina polimérica o las mezclas de ellos.

Las fibras de celulosa usadas para reforzar los materiales del compuesto de cemento, de preferencia son fibras encoladas, predominantemente individualizadas y se hacen por medio de varios métodos químicos para hacer pulpa, los cuales confían principalmente en los efectos de los químicos para separar las fibras, como lo descrito anteriormente. En algunas presentaciones, las fibras de celulosa, usadas para la preparación de las fibras encoladas, son fibras de celulosa individualizadas con eliminación completa o parcial de los componentes de lignina desde las paredes de la celda de la fibra. En otras presentaciones, las fibras de celulosa usadas, no son fibras de celulosa individualizadas en donde los componentes de lignina permanecen intactos.

Las fibras de celulosa encoladas se pueden usar en una variedad de materiales del compuesto, en donde todas tienen diferentes proporciones de los enlazantes de cementación, agregados, fibras no encoladas y/o encoladas, y los aditivos obtienen propiedades óptimas para una aplicación en particular. En una presentación, la formulación del compuesto contiene alrededor de 0,5% hasta 20% de fibras encoladas por peso. Además, las fibras encoladas se pueden mezclar con fibras convencionales no encoladas y/o fibras de polímeros sintéticos en diferentes proporciones. Se apreciará que el porcentaje de las fibras de celulosa encoladas se puede variar, dependiendo del proceso y/o aplicación deseada. Además, la proporción del enlazante de cementación, agregado,

modificadores de densidad y los aditivos también se pueden variar, para obtener propiedades óptimas para las diferentes aplicaciones, como para hacer techos, cubiertas, pavimentos, cañerías, paredes, adornos, cielos rasos, soportes para reforzar azulejos.

En las presentaciones recomendadas de la presente invención, cuando el material para la construcción es para hacer autoclave, se usa una cantidad menor del cemento de la formulación, incorporando las fibras de celulosa encoladas. La formulación para los materiales del compuesto de cemento con fibra hecha por autoclave, de preferencia, comprende:

- Alrededor de 20-50% cemento, mucho mejor alrededor de 35%;
- Alrededor de 30-70% sílice molida fina, mucho mejor alrededor de 60%;
- Alrededor de 0-50% modificadores de densidad;
- Alrededor de 0-10% aditivos, mucho mejor alrededor de 5%; y
- Alrededor de 0,5-20% fibras, mucho mejor alrededor de 10% fibras, en donde algunas fracciones de las fibras son fibras de celulosa encoladas con agentes de apresto para aumentar la hidrofobicidad de las fibras.

Como alternativa, para un producto curado al aire, se puede usar un mayor porcentaje de cemento, mucho mejor alrededor de 60-90%. En una presentación de curado al aire, no se usa la sílice molida fina, aunque se puede usar como relleno.

De preferencia, las fibras encoladas tiene una libertad de alrededor de 150 a 750 grados de la Libertad Estándar Canadiense (CSF) de acuerdo con el método TAPPI T 227 om-99. El enlazante de cementación y el agregado tienen áreas de superficie de alrededor de 250 a 400 m<sup>2</sup>/kg y alrededor de 300 a 450 m<sup>2</sup>/kg, respectivamente. El área de la superficie tanto para el cemento como los agregados se prueban de acuerdo con la ASTM C204-96a.

*Método para Hacer los Materiales de Cemento con Fibra para Construir, usando Fibras Encoladas.*

Un método para fabricar un material del compuesto reforzado para construir, usando las formulaciones descritas, constituye otro aspecto de la presente invención. Un proceso recomendado para fabricar un material de compuesto de cementación reforzado con fibra que incorporan fibras de celulosa encoladas, empieza con tratar o encolar las fibras de celulosa en que las superficies exteriores e interiores de las fibras se hacen considerablemente hidrófobas. Después de preparar las fibras encoladas, en una presentación, el método, además, comprende dispersar las fibras encoladas en una consistencia pre-seleccionada, fibrilar las fibras encoladas en un rango de libertad pre-seleccionado, mezclar las fibras encoladas con los ingredientes para formar una mezcla de cemento con fibra de acuerdo con las formulaciones recomendadas, formar la mezcla de cemento con fibra dentro de un artículo de cemento con fibra de un tamaño y forma pre-seleccionado y curar el artículo de cemento con fibra, para formar el material del compuesto reforzado con fibra para la construcción.

Los agentes de apresto se pueden aplicar en cualquiera de los pasos anteriores. En algunas presentaciones, los químicos se agregan primero a las fibras para dar tiempo suficiente a las reacciones para que tomen lugar. Los agentes de apresto se pueden usar para cubrir o impregnar las superficies del artículo de cemento con la fibra formada para impartir repelencia al agua a los productos finales.

Preferentemente, el paso para mezclar las fibras encoladas con otros ingredientes forman una mezcla de cemento con fibra que comprende mezclar las fibras encoladas con materiales no-celulósicos, como el enlazante hidráulico, agregado, modificados de densidad, y aditivos, de acuerdo con las formulaciones recomendadas de esta invención.

En algunas presentaciones, las fibras encoladas también se pueden mezclar con fibras sintéticas junto con los otros ingredientes. Los procesos de fabricación pueden ser cualquiera de las técnicas existentes, como el proceso de Hatchek, extrusión y moldeo, etc.

La Figura 4 ilustra un proceso recomendado 400, para la fabricación de un material del compuesto de cementación reforzado con fibra, que incorpora las fibras de celulosa encoladas. Como muestra la Figura 4, el proceso empieza con el paso 402 en que las fibras de celulosa se tratan con químicos de apresto para impartirle hidrofobicidad a las fibras. Se puede usar una fibra encolada pre-preparada. Las fibras se pueden individualizar antes de encolar, durante el encolado o después de él.

Las fibras encoladas se procesan subsiguientemente en el paso 404. El paso 404 que procesa la fibra, comúnmente involucra la dispersión de la fibra y la fibrilación. En una presentación, las fibras se dispersan en una consistencia de alrededor un 1% hasta un 6% en un hidra-pulpor, el cual también imparte cierta fibrilación. Además, la fibrilación se puede lograr usando un refinador o una serie de refinadores. Una vez dispersada, las fibras, después se fibrilizan en un rango de alrededor de 100 hasta 750 grados de CSF (Libertad Estándar Canadiense), mucho mejor, entre alrededor de 180 a 650 grados de CSF. También se puede lograr la dispersión y fibrilación por medio de otras técnicas como, el molido por martilleo, despastillados, desfibrado y lo similar. Además, el uso de fibras encoladas, sin fibrilación también es aceptable para algunos productos y procesos.

Como lo muestra la Figura 4, en el paso 406, las fibras de celulosa se mezclan en forma proporcional con los otros ingredientes para formar una pasta, lechada o mezcla flotante. Las fibras encoladas se mezclan con cemento, sílice, un modificador de densidad y otros aditivos en un proceso bien conocido para formar una lechada o pasta. Las fibras sintéticas se pueden mezclar con las fibras encoladas en la mezcladora.



El proceso 400 continua con el paso 408, en donde la mezcla se puede formar dentro de un artículo formado “verde” o no curado, usando numerosas formas de fabricación convencionales, como sería conocido para una persona experta en el arte, como el:

- Proceso de la lámina Hatschek;
- Proceso de la cañería Mazza;
- Proceso de Magnani;
- Moldeo por inyección;
- Extrusión;
- Desarme a mano;
- Moldeado;
- Fundición;
- Presión del filtro;
- Formación por Fourdrinier;
- Formación de aspa de ranura;
- Formación de aspa/ranuras entre cilindros
- Bel-cilindros

Estos procesos también, pueden incluir una operación de repujado después que se forme el artículo. Mucho mejor, que se use sin presión. Los pasos del procedimiento usado para lograr el producto final, usando un proceso Hatschek son similares, para lo cual se describe en la Patente australiana No. 515151.

El siguiente paso 408, el artículo formado por no curado o “verde” se cura en el paso 410. El artículo, de preferencia, se pre-cura en hasta alrededor de 80 horas, mucho mejor alrededor de 24 horas o menos. El artículo, luego se cura al aire durante

aproximadamente 30 días. Mucho mejor, los artículo pre-curado se les realiza la autoclave a una elevada temperatura y presión en un ambiente saturada de vapor, en alrededor de 60 a 200°C, durante alrededor de 3 a 30 horas, mucho mejor alrededor de 24 horas o menos. El tiempo y la temperatura elegida para los procesos de curado y pre-curado dependen de la formulación, el proceso de fabricación, los parámetros del proceso y la forma final del producto.

*Materiales del Compuesto de Cemento Reforzado con Fibra, usando las Fibras de Celulosa Encoladas*

Las aplicaciones de las fibras de celulosa encoladas en los materiales del compuesto reforzado con fibra, pueden mejorar las propiedades físicas y mecánicas del producto final para la construcción. Los productos de cemento con fibra que usan las fibras de celulosa encoladas, tienen estabilidad dimensional mejorara, baja emigración de agua (drenaje), índice reducido de absorción de agua y masa final, florescencia mejorada y resistencia al deshielo/ congelado mejorado. El uso de las fibras de celulosa encoladas tampoco compromete a las propiedades físicas y mecánicas del producto. En algunas presentaciones, las fibras encoladas entregarán propiedades mecánicas y físicas similares o incluso mejores que aquellas de uso convencional, fibras de celulosa no encoladas. Los siguientes ejemplos demuestran algunas de las características convenientes, las cuales entregan las fibras encoladas en las formulaciones de los materiales del compuesto de cemento reforzado con fibra. Se apreciará que las formulaciones del cemento con fibra se seleccionan sólo con propósitos de comparación y que una variedad de otras formulaciones se puede usar sin dejar de lado el campo de la presente invención. También se apreciará que, además de los productos de cemento con fibra, otros materiales de cementación también se pueden usar para las fibras encoladas en la formulación, para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del material.

### Ejemplo 1

La pulpa de madera blanda de Kraft no blanqueada se pre-refinó a 500 CSF antes del tratamiento y la pulpa refinada se usó para el tratamiento de encolado. La fibra encolada se preparó tratando la fibra refinada con alquilsiloxano (ChemRex Enviroseal 100) durante una hora a una consistencia de la pulpa de un 4%. La dosis del agente de apresto fue de 10% de la masa de la fibra y la temperatura de la reacción fue en el ambiente bajo presión atmosférica. Los especímenes de los materiales del compuesto del cemento con fibra, se formaron después, usando el aparato de laboratorio. La formulación para las muestras A y B, tanto como la C, D, E, F y G de los siguientes ejemplos son los mismos: 8% fibra (fibra encolada / tratada o fibra regular no tratada), 35% de cemento Pórtland y 57% sílice molida. Los especímenes se curaron al aire durante 8 horas a temperatura ambiente, seguido por la realización de la autoclave a 180°C durante 12 horas. Las propiedades mecánicas y físicas de las muestras A y B se muestran en la Tabla 2.

**Tabla 2: Comparación de las Propiedades Físicas de los Materiales del Cemento con Fibra con Fibras de Celulosa Encoladas y Fibras de Celulosa Regulares.**

Propiedades Físicas	Muestras	
	A	B (Control)
MOR (MPa)	7.15	8.00
Tensión ( $\mu\text{m}/\text{m}$ )	5790	5480
MOE (GPa)	2.78	4.69
Dureza ( $\text{KJ}/\text{m}^3$ )	2.50	3.38
Densidad Saturada	1.48	1.61
Expansión de la Humedad (%)**	0.19	0.20

\* Medidas después de saturar el material en agua durante más de 48 horas.

\*\* expansión de la humedad es el cambio en el horno de la longitud del producto seco en condiciones saturadas. El cambio del porcentaje (%) de la expansión de la humedad es:

$$\text{Expansión de la Humedad (\%)} = \frac{\text{Longitud}_{\text{saturada}} - \text{Longitud}_{\text{secado al horno}}}{\text{Longitud}_{\text{secado al horno}}} \times 100$$

La Tabla 2 anterior, entrega una comparación ilustrativa de varias propiedades físicas y mecánicas de los productos del cemento con fibra, hecha con las formulaciones que incorporan las fibras de celulosa encoladas y aquellas que usan fibras de celulosa no encoladas, convencionales. MOR, tensión, MOE y la dureza se probaron bajo condición de humedad, de acuerdo con ASTM (Método Americano de la Prueba Estándar) C1185-98<sup>a</sup> titulado “Métodos de la Prueba Estándar para tomar muestras y probar la Lámina Plana de Cemento-Fibra Sin-Asbesto, Rapiado para hacer Paredes y Techos, y Tablillas”. La formulación A incluye las fibras de celulosa encoladas, mientras que la formulación B usa fibras de celulosa no tratadas, convencionales. Los especímenes preparados por las Formulaciones A y B tienen una densidad de secado al horno de 1,3 gramos por centímetro cúbico. Será apreciado por un experto en el arte que los valores específicos de las propiedades, particularmente mecánicas se diferenciarán por variar la densidad del secado al horno.

Como se muestra en la Tabla 2, la tensión es más alta y la densidad saturada es menor para los materiales de cemento con fibra hechos con fibras encoladas. Aunque existe una reducción en los módulos de ruptura (MOR) y los módulos de elasticidad (MOE), esta presentación de la invención, reduce la densidad de la saturación en aproximadamente un 8% comparada a la formulación equivalente hecha sin fibras encoladas. Una formulación equivalente aquí, se define como una en donde las fibras de celulosa tratadas, recomendadas se desplazan en un porcentaje equivalente de fibras de

celulosa no tratadas. Se apreciará que aproximadamente un 5% o más reducción en la densidad saturada de la formulación con fibras encoladas se pueden obtener, como la comparada en una formulación equivalente sin fibras encoladas, dependiendo del tratamiento de apresto en la fibra. La estabilidad dimensional seco-húmedo se mejora ligeramente para los materiales del compuesto de cemento con fibras con fibras encoladas en la formulación.

## Ejemplo 2

La figura 5 ilustra los resultados desde una prueba de permeabilidad al agua. La Muestra D es el control que incorpora a las fibras de celulosa no encoladas, convencionales, mientras que la Muestra C se hace con una formulación que contiene fibras de celulosa que se tratan con látex acrílico en una dosis de un 5% de la masa de la fibra. La reacción de apresto se realiza a una temperatura ambiente durante 30 minutos. La densidad del secado al horno de la Muestra C y D es de alrededor de 1,3 gramos por centímetro cúbico.

La prueba de la permeabilidad al agua comprende unir un tubo a una superficie del material de la muestra de manera que uno de los extremos del tubo quede puesto adyacente a la superficie de la muestra del material. El tubo se hace de un material acrílico que es de alrededor de 125 mm. de largo y tiene un diámetro interior de alrededor de 30 mm. Después las muestras se pre-acondicionan para equilibrarlas bajo  $23 \pm 2^\circ\text{C}$  y  $50 \pm 5\%$  de humedad relativa, el tubo se rellena con agua y el nivel de agua dentro del tubo se registra periódicamente. La disminución en el nivel de agua en el tubo se registra como agua permeada (mm.). Como lo muestra la Figura 5, después de 168 horas (7 días) de prueba, la Muestra C tenía 128 mm. de agua penetrada como la comparada a 400 mm. para el control (Muestra D). La permeabilidad al agua de los materiales de muestra hecha con

las fibras encoladas, usando la Formulación C se ha reducido a alrededor de un 30% que el de un material de muestra hecho con una formulación equivalente, de acuerdo con la Formulación D. Una formulación equivalente aquí, se define como una en donde las fibras de celulosa encoladas, recomendadas, se reemplazan por un porcentaje equivalente a de las fibras de celulosa no encoladas, convencionales.

Se apreciará que la reducción en la permeabilidad al agua descrita anteriormente, es un resultado meramente ejemplificante. Variando la cantidad y/o composición de las fibras encoladas, se apreciará que la permeabilidad al agua después de 168 horas de la prueba se puede reducir por hasta 3 veces, como la comparada a una formulación equivalente hecha sin fibras encoladas.

Como ventaja, la permeabilidad reducida al agua hace el material de fibra encolada particularmente adecuada para las aplicaciones exteriores, como para hacer techos, cañerías y cubiertas. El transporte reducido del agua dentro de los materiales del compuesto de cemento reforzado con fibra, disminuirá la emigración de los químicos capaces de disolverse en la matriz del cemento con fibra y reducirá el fenómeno de fluorescencia de los productos finales.

### **Ejemplo 3**

La resistencia al deshielo / congelado, se refiere a la resistencia que el material tiene al daño del agua y los efectos de la temperatura, cuando se expone a ciclos repetidos de congelamiento y deshielo. Para los materiales de cemento de concreto, habitualmente el daño comienza con el descaramiento en la superficie y se extiende gradualmente hacia dentro. Algunas veces puede originar resquebraduras. El daño asociado con el congelamiento, generalmente no lo origina, a menos que una cantidad suficiente de agua

esté presente en los poros. Es bien sabido que el daño del deshielo / congelado en el concreto es mínimo, cuando los materiales de concreto tiene poco agua, en proporción al cemento y poca permeabilidad.

Una ventaja de las presentaciones recomendadas, es que los productos finales han mejorado la resistencia al congelado / deshielo como lo demuestra la Figura 6. La Muestra 6 contiene fibras de celulosa no encoladas, regulares y la Muestra F tiene las fibras tratadas / encoladas con una emulsión de silicona que contiene un número de compuestos que incluyen n-octiltriethoxisilano, n-octiltrimethoxisilano, y n-octadecyltriethoxisilano y n-decyltriethoxisilano, etc. La pulpa de Kraft no blanqueada se fibriló dentro de alrededor de 450 CSF. La dosis química fue de un 10% de la masa de la fibra. El tratamiento de la fibra se realizó a 30% de consistencia de la fibra durante 1 hora a temperatura ambiente. La densidad del secado a horno de la Muestra E y F es de alrededor 1,3 gramos por centímetro cúbico.

Los especímenes del laboratorio del compuesto de cemento con fibra estaban sujetos a la prueba de deshielo / congelado, de acuerdo con el procedimiento A del ASTM (Método de Prueba Estándar para la Resistencia del Concreto para el Rápido Congelamiento y Deshielo). De acuerdo al procedimiento A, los especímenes se sumergen en agua tanto para apurar el congelamiento como el deshielo; los especímenes se remueven periódicamente desde el ciclo de deshielo / congelado, probado por el MOE, e inspeccionados visualmente por el daño, como fisuras, resquebrajamiento, expansión de la humedad y absorción de humedad a través del espécimen; los especímenes se remueven desde el ciclo de prueba cuando el grado del daño es tal, que la muestra no las mantiene juntas y por lo tanto no serían un producto funcional para la construcción. Cuando queda sujeto a esta prueba, la Muestra E (con fibras de celulosa regulares) fracasó, después de 70 ciclos de deshielo / congelado, comparado a los 320 ciclos de la Muestra F, una formulación equivalente con las fibras encoladas. Una formulación equivalente aquí, se

define como una, en que las fibras de celulosa encoladas, recomendadas se desplazan en un porcentaje equivalente al de las fibras de celulosa no encoladas y convencionales. Como se muestra en la Figura 6, el funcionamiento del deshielo / congelado aumentó por más de 4 veces, usando esta fibra encolada. De este modo, los Postulantes han encontrado que el funcionamiento del deshielo, congelado de una formulación del material para construir que incorpora a las fibras encoladas, como la medida por la ASTM C666A, se puede mejorar fácilmente en alrededor de un 25% o más, como la comparada a una formulación equivalente sin fibras encoladas. Mucho mejor, el uso de las fibras encoladas puede aumentar el número de ciclos de fallas a más de alrededor de 200 ciclos, mucho mejor más de alrededor de 300 ciclos.

La Figura 7 demuestra resultados gráficos de las pruebas de emigración de agua (drenaje), formado con los materiales hechos con fibras de celulosa encoladas (Muestra E) y con fibras de celulosa no encoladas, convencionales (Muestra F). La prueba de la emigración de agua, comprende sumergir los bordes de cada material de muestra en agua y después, medir la distancia de la emigración frontal de agua en las diferentes pruebas de duración. La Figura 7 muestra que después de 24 horas de prueba, las fibras de celulosa encoladas reducen la emigración del agua del producto para construir, en alrededor de 15 veces como el comparado a un producto para construir, hecho de una formulación equivalente, sin fibras de celulosa encoladas. Después de 96 horas de sumergir el borde de la muestra en agua, las distancias de la emigración frontal de agua fueron de aproximadamente de 4 mm. y 107 mm. para las Muestras E y F, respectivamente. Como ventaja, minimizar la emigración de agua reduce significativamente la tensión causada por la dilatación inducida por el agua del material y de esta manera reduce los incidentes de resquebradura, fracturas originadas por el aumento de tal tensión. De este modo, se apreciará que una formulación del material para la construcción, que incorpora fibras encoladas se puede desarrollar exhibiendo aproximadamente un 25% de mejora o más en la emigración de agua o drenaje como la comparada a una formulación equivalente hecha



sin fibras encoladas. En una presentación, la emigración de agua de la muestra, de acuerdo a esta prueba, es menor que alrededor de 50 mm. después de 96 horas, mucho mejor menos que 30 mm, e incluso mejor menos que alrededor de 20 mm.!

#### Ejemplo 4

Es este ejemplo una fibra de madera blanda Kraft blanqueada, primero se fibralizó en forma seca por un martilleo. Una parte de la fibra fibralizada se usó como el control y otra parte se trató con el agente de apresto de n-octiltrietoxisilano rociando el químico sobre las fibras. El tratamiento se realizó a temperatura ambiente y bajo presión atmosférica. La dosis de n-octiltrietoxisilano fue de 5% de la masa de la fibra. Los especímenes del compuesto de cemento con fibra se fabricaron usando un proceso de extrusión. La formulación para las muestras G y H fue la misma, excepto que se usaron diferentes fibras. La formulación contenía 10% de fibras (la fibra encolada para la muestra G o las fibras de celulosa, regulares para H), 10% de hidrato de silicato de calcio (un modificador de densidad), 1,5% metilcelulosa (modificador del aditivo de viscosidad), 39,25% de cemento Pórtland y 39,25% de sílice molida. Las muestra extruídas se curaron por hacer la autoclave a 180°C durante 24 horas. La densidad de la Muestra G y H es de alrededor de 0,9 gramos por centímetro cúbico.

**Tabla 3: Propiedades Físicas de los Materiales del Compuesto de Cemento con Fibra**  
**con Fibras de Celulosa Encoladas y Fibras de Celulosa Regulares**  
 (las muestras del material del compuesto se prepararon por el proceso de extrusión)

Propiedades Físicas	Muestras	
	G (con fibra encolada)	H (con fibra regular)
MOR (MPa)	6.08	6.83
Tensión ( $\mu\text{m/m}$ )	9354	5467
Dureza ( $\text{KJ/m}^3$ )	0.44	0.38
Absorción de Agua (% humedad) después de 24 horas de prueba	35	45
Expansión de la Humedad (%)*	0.54	0.63

\* La expansión de la humedad se hizo después de 24 horas de carbonización.

\*\* Las pruebas mecánicas (MOR, Energía de la Dureza y Tensión) se hicieron bajo la condición de equilibrio de  $50\pm 5\%$  de humedad relativa y  $23\pm 2^\circ\text{C}$ .

La Tabla 3 muestra que el uso de la fibra encolada aumenta considerablemente la tensión y dureza del material del compuesto de cemento con fibra extruída, que a la de la formulación equivalente, usando fibras de celulosa regulares no tratadas. Se midió la absorción de agua, dureza, tensión y MOR, bajo la condición del equilibrio de acuerdo con al ASTM (Método de la Prueba Estándar Americana) C1185-98<sup>a</sup> titulada, "Métodos de Prueba Estándar para las Muestras y Pruebas de la Lámina Plana de Cemento con Fibra sin Asbesto, Rapiado para Paredes y Techos y Tablillas". La fibra encolada aumenta la dureza en esta presentación por más de alrededor de un 5% como el comparado a una formulación equivalente sin fibras encoladas. La absorción de agua del material del compuesto de cemento con fibra se reduce por más de alrededor 20%. La fibra encolada

también reduce la expansión de la humedad, en esta presentación, por más de alrededor de un 5%.

#### **Ejemplo 5**

Es este ejemplo una fibra de madera blanda Kraft blanqueada, primero se fibrilizó por un hidra-pulpor dentro de una consistencia de fibra de 4%. Las fibras fibrilizadas después se refinaron en una serie de refinadores para una libertad de 400 CSF para impartir a las fibras cierta fibrilación. Una parte de la fibra fibrilada se usó como el control y otra parte se trató con el agente de apresto de n-octiltrietoxisilano, agregando directamente el químico a la fibra después de refinar. El tratamiento se realizó en alrededor de 30°C bajo presión atmosférica. La dosis de n-octiltrietoxisilano fue de un 10% de la masa de la fibra. La retención de la reacción fue de alrededor de un minuto. Las fibras tratadas y no tratadas, en forma separada, se mezclaron con otros ingredientes secos para formar la lechada de cemento con fibra. Los especímenes del compuesto de cemento con fibra se fabricaron usando la máquina de Hatschek. La formulación para las muestras I y J fue la misma, excepto que se usaron diferentes fibras. La formulación contenía 7% de fibras (la fibra encolada para la muestra I o las fibras de celulosa regulares para la muestra J), 30% de cemento Portland y 63% de sílice molida. Las muestras “verdes” se curaron al aire durante alrededor de 8 horas a temperatura ambiente y después se curaron haciendo la autoclave a 180°C durante 12 horas. La densidad del secado a horno de la Muestra I y J es de alrededor de 1,3 gramos por centímetro.

**Tabla 4: Propiedades Físicas de los Materiales del Compuesto de Cemento con Fibra**  
**con Fibras de Celulosa Encoladas y Fibras de Celulosa Regulares**  
 (las muestras del material del compuesto se prepararon por el proceso de Hatschek)

Propiedades Físicas	Muestras	
	I (con fibra encolada)	J (con fibra regular)
MOR (MPa)	7.65	8.61
Tensión ( $\mu\text{m}/\text{m}$ )	18078	15752
Dureza ( $\text{KJ}/\text{m}^2$ )	13.60	13.19
Absorción de Agua (% humedad) después de 24 horas de prueba	27.5	30.5
Índice de Absorción de Agua (%/hora) durante las primeras 8 horas	3.4	3.8
Fuerza del Enlace Interlaminado	1.14	1.17

En este ejemplo, se probó la absorción de agua, dureza, tensión y MOR bajo condición húmeda, de acuerdo con la ASTM (Método Americano de Prueba Estándar) C1185-98\* titulado “Métodos de Prueba Estándar para Mostrar y Probar la Lámina Plana de Cemento con Fibra sin Asbesto, Rapiado para hacer Paredes y Techos, y Tablillas”. La Tabla 4 muestra que el uso de la fibra encolada mejora la energía de la dureza y tensión, reduce el índice de la absorción de agua y la cantidad de agua absorbida. Se apreciará que la tensión final del material, de acuerdo a esta presentación, mejora por más de alrededor de un 10% como el comparado a una formulación equivalente del material para construir sin fibras encoladas. La fuerza de enlace interlaminada no se compromete significativamente. Las presentaciones también indican que una reducción de alrededor de un 10% o más en la absorción de agua se puede lograr durante una prueba de 24 horas.

fibra se pueden combinar para entregar la fibra tratada y el material del compuesto del cemento con fibra, con incluso propiedades más convenientes.

Las presentaciones recomendadas tienen aplicabilidad a numerosas aplicaciones en productos para construir, incluyendo, pero sin estar limitado, para hacer techos, pavimentos, paneles interiores y exteriores, cubiertas, cañerías, soporte de azules, paredes, adornos, cielos rasos y rejas. Las presentaciones ilustradas y descritas anteriormente se entregan como ejemplos de ciertas presentaciones recomendadas de la presente invención. Diversos cambios y modificaciones se pueden hacer desde las presentaciones presentadas aquí, por aquellos calificados en el arte, sin dejar de lado el espíritu de esta invención.

### **REINVICACIONES**

1. Un material de compuesto para la construcción de compuesto, CARACTERIZADO porque comprende:

una matriz de cementación; y

fibras de celulosa incorporadas dentro de la matriz, por lo menos algunas de las fibras de celulosa que tengan superficies que sean al menos parcialmente tratadas con un agente de apresto para así hacer las superficies hidrófobas, en donde el agente de apresto comprende un grupo funcional hidrófobo y un grupo funcional hidrófilo, en donde el grupo hidrófilo enlaza temporal o permanentemente a los grupos de hidroxilo en la superficie de la fibra en la presencia de agua o un solvente orgánico de una manera tal, que prevenga considerablemente a los grupos hidroxilo del enlace con moléculas de agua, en donde el grupo hidrófobo se pone en la superficie de la fibra y repele el agua de allí.

2. El material del compuesto para construir de la Reinvicación 1, CARACTERIZADO porque el agente de apresto comprende un químico basado en silano.

3. El material del compuesto para construir de la Reinvicación 1, CARACTERIZADO porque el agente de apresto comprende emulsiones acuosas, seleccionadas desde el grupo que consiste de silanos, alcoxisilanos, alquilalcoxisilanos, organosilanos de halógenos, organosilanos carboxilados, epoxialcoxisilano y emulsiones de silicona o las mezclas de ellos.

4. El material del compuesto para construir de la Reinvención 1, CARACTERIZADO porque el agente de apresto comprende n-octiltrietoxisilano en varias formulaciones.
5. El material del compuesto para construir de la Reinvención 1, CARACTERIZADO porque el agente de apresto comprende resinas seleccionadas desde el grupo que consiste de ceras, poliolefinos, epoxis y emulsiones de goma de butadieno estireno.
6. El material para construir de la Reinvención 1, CARACTERIZADO porque el agente de apresto comprende emulsiones de polímeros acrílicos en varias formulaciones.
7. El material para construir de la Reinvención 1, CARACTERIZADO porque el agente de apresto comprende agentes solubles en agua seleccionados desde el grupo que consiste de ácidos de brea seca, dímeros de quitina alquilo (AKD), anhídridos succínicos de alqueno (ASA), y ácidos esteáricos.
8. El material del compuesto para construir de la Reinvención 1, CARACTERIZADO porque el grupo hidrófilo se ubica en un extremo de una molécula del agente de apresto y el grupo hidrófobo se ubica en el otro extremo de la molécula del agente de apresto.
9. El material del compuesto para construir de la Reinvención 1, CARACTERIZADO porque el grupo hidrófilo comprende silanol o polisilanol (bisilanol o trisilanol).
10. El material del compuesto para construir de la Reinvención 1, CARACTERIZADO porque uno de los tres fragmentos de alcoxi hidrolizables unidos a un elemento de silicio; en donde cada fragmento de alcoxi contiene de 1 a 4 carbonos, y en donde los fragmentos de alcoxi hidrolizables se pueden hidrolizar dentro de los grupos funcionales polisilanol o silanol.

11. El material del compuesto para construir de la Reinvención 1, CARACTERIZADO porque el grupo hidrófobo comprende cadenas de hidrocarburo rectas o ramificadas que contienen de uno a 24 carbonos.
12. El material del compuesto para construir de la Reinvención 1, CARACTERIZADO porque el grupo hidrófobo contiene fragmentos aromáticos y otros grupos funcionales.
13. El material del compuesto para construir de la Reinvención 1, CARACTERIZADO porque los agentes de apresto se aplican a las fibras en una solución.
14. El material del compuesto para construir de la Reinvención 1, CARACTERIZADO porque los agentes de apresto se aplican a las fibras usando un proceso de rociado en seco.
15. El material del compuesto para construir de la Reinvención 1, CARACTERIZADO porque el material para construir comprende alrededor de un 0,5% hasta un 20% de las fibras tratadas con los agentes de apresto.
16. El material del compuesto para construir de la Reinvención 1, CARACTERIZADO porque además comprende fibras de celulosa no encoladas y no tratadas.
17. El material del compuesto para construir de la Reinvención 1, CARACTERIZADO porque además comprende fibras sintéticas.
18. El material del compuesto para construir de la Reinvención 1, CARACTERIZADO porque la matriz de cementación que contiene las fibras encoladas se cura por la autoclave.
19. El material del compuesto para construir de la Reinvención 1, CARACTERIZADO porque la matriz de cementación que contiene las fibras encoladas se curan al aire.



20. El material del compuesto para construir de la Reinvisación 1, CARACTERIZADO porque la matriz de cementación que contiene las fibras encoladas se cura por una combinación de aire y autoclave.

21. Una formulación del material usado para formar un material del compuesto para construir, CARACTERIZADO porque comprende:

Un enlazante hidráulico de cementación;

Un agregado;

Uno o mas modificadores de densidad;

Fibras de celulosa, al menos algunas de las fibras de celulosa que tengan superficies que sean al menos tratadas parcialmente con un agente de apresto para hacer las superficies hidrófobas, en donde el agente de apresto comprende un grupo funcional hidrófilo y un grupo funciona hidrófobo, en donde el grupo hidrófilo enlaza temporal o permanentemente a los grupos hidroxilos en la superficie de la fibra en la presencia de agua o un solvente orgánico de una manera tal, que prevenga considerablemente a los grupos de hidroxilo desde el enlace con las moléculas de agua, en donde el grupo hidrófobo esté puesto en la superficie de la fibra y repela el agua desde allí; y

Uno o más aditivos.

22. La formulación de la Reinvisación 21, CARACTERIZADA porque comprende:

alrededor de 10% a 90% de enlazante hidráulico de cementación;

alrededor de 20% a 80% de agregado;

alrededor de 0% a 50% de modificadores de densidad;

alrededor de 0,5% a 20% de fibras de celulosa; y

alrededor de 0% a 10% de aditivos.

23. La formulación de la Reinvicación 21, CARACTERIZADA porque comprende:

alrededor de 20% a 50% de enlazante de cementación;  
 alrededor de 30% a 70% de sílice molida;  
 alrededor de 0% a 50% de modificadores de densidad de peso ligero  
 alrededor de 0% a 10% de aditivos, y  
 alrededor de 0,5% a 20% de fibras de celulosa.

24. La formulación de la Reinvicación 21, CARACTERIZADA porque comprende:

alrededor de 40% a 90% de enlazante de cementación;  
 alrededor de 0% a 30% de sílice molida;  
 alrededor de 0% a 10% de modificadores de peso ligero;  
 alrededor de 0% a 10% de aditivos, y  
 alrededor de 0,5% a 20% de fibras de celulosa (y/o combinaciones de fibras de celulosa, y/o fibras inorgánicas naturales y fibras sintéticas).

25. La formulación de la Reinvicación 21, CARACTERIZADA porque el enlazante de cementación se selecciona desde el grupo que consiste de cemento de Pórtland, cemento alto de alúmina, cal, cemento alto de fosfato, cemento de la escoria granulada molida en el horno de fundición y las mezclas de ellos.

26. La formulación de la Reinvicación 21, CARACTERIZADA porque el enlazante de cementación tiene un área de superficie de alrededor de 250 a 400m<sup>2</sup>/kg.

27. La formulación de la Reinvicación 21, CARACTERIZADA porque el agregado se selecciona desde el grupo que consiste de sílice molida, sílice amorfa, micro sílice, tierra de diatomea, volante de la combustión del carbón y cenizas del suelo, ceniza de la cáscara

de arroz, escoria de horno de fundición, escoria granulada, escoria del acero, óxidos minerales, hidróxidos minerales, arcillas, magnasita o dolomita, óxidos de metal e hidróxidos, gránulos poliméricos y las mezclas de ellos.

28. La formulación de la Reinvicación 21, CARACTERIZADA porque el agregado comprende sílice que tiene un área de superficie de alrededor de 300 a 450 m<sup>2</sup>/kg.

29. La formulación de la Reinvicación 21, CARACTERIZADA porque las fibras de celulosa encolada tiene una libertad de 100 a 750 CSF.

30. La formulación de la Reinvicación 21, CARACTERIZADA porque el modificador de densidad se selecciona desde el grupo que consiste de materiales plásticos, poliestirenos expandidos, materiales de cerámica y vidrio, hidratos de silicato de calcio, microesferas y cenizas de volcán, incluyendo la perlita, piedra pómez, basalto de shirasu y las zeolitas en formas expandidas y las mezclas de ellos.

31. La formulación de la Reinvicación 21, CARACTERIZADA porque los aditivos se seleccionan desde el grupo que consiste de modificadores de viscosidad, retardantes de fuego, agentes impermeabilizantes, humo de sílice, sílice geotermal, espesantes, pigmentos, colorantes, plastificantes, dispersantes, agentes de formación, flóculos, asistentes de drenaje, asistentes de fuerza de secado y humead y las mezclas de ellos.

32. La formulación de la Reinvicación 21, CARACTERIZADA porque los aditivos se seleccionan desde el grupo que consiste de los materiales de silicona, polvo de alúmina, arcilla, caolín, trihidrato de alúmina, mica meta caolín, carbonato de calcio, wollastonita, y la emulsión de resina polimérica y las mezclas de ellos.

33. La formulación de la Reinvención 21, CARACTERIZADA porque las fibras de celulosa encoladas aumentan la tensión final del material de compuesto para construir en más de alrededor un 10% como el comparado a un material para construir hecho desde la formulación equivalente sin fibras de celulosa encoladas.
34. La formulación de la Reinvención 21, CARACTERIZADA porque las fibras de celulosa encoladas aumentan la energía de la dureza del material del compuesto en más de alrededor de un 5% como el comparado a un material para construir hecho desde una formulación equivalente sin fibras de celulosa encoladas.
35. La formulación de la Reinvención 21, CARACTERIZADA porque las fibras de celulosa encoladas reducen la densidad saturada del material del compuesto para construir en más de un 5% aproximadamente como el comparado a un material para construir hecho desde una formulación equivalente sin fibras de celulosa encoladas.
36. La formulación de la Reinvención 21, CARACTERIZADA porque las fibras de celulosa reducen la permeabilidad al agua del material del compuesto para construir en mas de alrededor de un 20% como el comparado al material hecho desde una formulación equivalente sin fibras de celulosa encoladas.
37. La formulación de la Reinvención 21, CARACTERIZADA porque las fibras de celulosa encoladas reducen la cantidad de agua absorbida en el material del compuesto para construir en más de alrededor un 10% como el comparado a un material para construir hecho desde una formulación equivalente sin fibras de celulosa encoladas.
38. La formulación de la Reinvención 21, CARACTERIZADA porque las fibras de celulosa reducen el índice de absorción de agua en el material del compuesto para construir

en más de alrededor un 5% como el comparado a un material para construir hecho desde una formulación equivalente sin fibras de celulosa encoladas.

39. La formulación de la Reinvención 21, CARACTERIZADA porque las fibras de celulosa encoladas reducen la emigración de agua en una prueba de drenaje del material del compuesto para construir en más de alrededor un 25% después de 24 horas de la prueba como la comparada a un material para construir hecho desde una formulación equivalente sin fibras de celulosa encoladas.

40. La formulación de la Reinvención 21, CARACTERIZADA porque las fibras de celulosa encoladas mejoraron el funcionamiento del deshielo / congelado del material del compuesto para construir en más de alrededor un 25% como el comparado a un material para construir hecho desde una formulación equivalente sin fibras de celulosa encoladas.

41. Un método para fabricar un material del compuesto de cemento reforzado con fibra, CARACTERIZADO porque comprende:

entregar fibras de celulosa;

tratar al menos una parte de las fibras de celulosa con un agente de apresto en la presencia de agua o un solvente orgánico, en donde el agente de apresto comprende un grupo funcional hidrófilo y un grupo funcional hidrófobo, en donde el grupo hidrófilo enlaza químicamente a por lo menos algunos de los sitios hidrófilos en las superficies exteriores e interiores de las fibras para formar fibras encoladas, en donde el agente de apresto bloquea considerablemente a los sitios hidrófilos, por medio del cual reducen la afinidad de la fibra con el agua;

mezclar las fibras encoladas con un enlazante de cementación y otros ingredientes para formar una mezcla de cemento con fibra;

formar la mezcla del cemento con fibra dentro de un artículo de cemento con fibra de un tamaño y forma pre-seleccionada; y

curar el artículo de cemento con fibra para así formar el material del compuesto reforzado con fibra para la construcción.

42. El método de la Reinvención 41, CARACTERIZADO porque el tratamiento de las fibras comprende tratar las fibras de celulosa en una solución que contiene a los agentes de apresto.

43. El método de la Reinvención 42, CARACTERIZADO porque trata las fibras en la solución que comprende aplicar entre alrededor de 0,01 a 50% de los agentes de apresto a las fibras por masa de fibra.

44. El método de la Reinvención 42, CARACTERIZADO porque trata las fibras en la solución que comprende tener un tiempo de retención de la reacción de entre alrededor de 5 segundos hasta 23 horas.

45. El método de la Reinvención 42, CARACTERIZADO porque las fibras se tratan en una presión de la reacción entre alrededor de 1 a 10 atm.

46. El método de la Reinvención 42, CARACTERIZADO porque trata las fibras en la solución que comprende la reacción de las fibras y los agentes de apresto que se realiza en una lechada que contiene alrededor de 0,01 hasta 50% de fibras por peso.

47. El método de la Reinvención 41, CARACTERIZADO porque trata las fibras que comprende usar un proceso de rociado en seco para depositar los agentes de apresto en las superficies exteriores e interiores de las fibras.
48. El método de la Reinvención 41, CARACTERIZADO porque además comprende procesar las fibras encoladas dispersando las fibras en un rango de consistencia pre-seleccionado y después fibrilar las fibras encoladas en un rango de libertad pre-seleccionado.
49. El método de la Reinvención 48, CARACTERIZADO porque el proceso de las fibras encoladas comprende dispersar las fibras encoladas en una consistencia de un 1%-6% en un hidra-pulpor.
50. El método de la Reinvención 48, CARACTERIZADO porque el proceso de las fibras encoladas comprende fibrilar las fibras encoladas para la libertad de alrededor 100 hasta 750 grados de la Libertad Estándar Canadiense (CSF).
51. El método de la Reinvención 48, CARACTERIZADO porque el proceso de las fibras encoladas comprende fibrilar las fibras encoladas para la libertad de alrededor de 180 a 650 grados de la Libertad Estándar Canadiense (CSF).
52. El método de la Reinvención 41, CARACTERIZADO porque además comprende el secado rápido de las fibras encoladas en un contenido de humedad de alrededor de un 5% hasta 50%.
53. El método de la Reinvención 52, CARACTERIZADO porque el agente de apresto se aplica a las fibras antes o durante el secado rápido de las fibras.

54. El método de la Reinvención 41, CARACTERIZADO porque además comprende, mezclar las fibras de celulosa con las fibras de celulosa no encoladas.
55. El método de la Reinvención 41, CARACTERIZADO porque además comprende mezclar las fibras de celulosa encoladas con fibras de celulosa no encoladas.
56. El método de la Reinvención 41, CARACTERIZADO porque además comprende mezclar las fibras encoladas con un enlazante de cementación, un agregado, modificadores de densidad y aditivos.
57. El método de la Reinvención 41, CARACTERIZADO porque forma el artículo de cemento con fibra que comprende formar el artículo usando un proceso seleccionado desde el grupo que consiste de un proceso de lámina Hatschek, un proceso de cañería Mazza, un proceso Magnani, moldeo por inyección, extrusión, desarme a mano, moldeo, fundición, presión por filtro, formación Fourdrinier, formación multi-cable, formación de aspa de ranura, formación de aspa/ranuras entre cilindros, Bel-cilindros y las combinaciones de ellos u otros procesos.
58. El método de la Reinvención 41, CARACTERIZADO porque curar el artículo de cemento con fibra comprende el pre-curado y curado.
59. El método de la Reinvención 58, CARACTERIZADO porque el artículo de cemento con fibra se pre-cura durante hasta 80 horas a temperatura ambiente.
60. El método de la Reinvención 58, CARACTERIZADO porque el artículo de cemento con fibra se pre-cura durante hasta 24 horas a temperatura ambiente.



61. El método de la Reinvención 58, CARACTERIZADO porque el artículo de|  
| cemento con fibra se cura en una autoclave.

62. El método de la Reinvención 61, CARACTERIZADO porque el artículo de|  
| cemento con fibra se le realiza la autoclave a presión y temperatura elevada de alrededor  
60 a 200°C durante alrededor de 3 a 30 horas.|

| 63. El método de la Reinvención 61, CARACTERIZADO porque el artículo de  
cemento con fibra se le realiza la autoclave a presión y temperatura elevada de alrededor|  
| 60 a 200°C durante alrededor de 24 horas o menos.

64. El método de la Reinvención 41, CARACTERIZADO porque las fibras se|  
| individualizan.

| 65. El método de la Reinvención 41, CARACTERIZADO porque los agentes de  
| apresto se aplican a las fibras antes de ser individualizadas.

66. El método de la Reinvención 41, CARACTERIZADO porque los agentes de|  
| apresto se aplican a las fibras mientras son individualizadas.

| 67. El método de la Reinvención 41, CARACTERIZADO porque los agentes de  
apresto se aplican a las fibras después de ser individualizadas.|

| 68. El método de la Reinvención 41, CARACTERIZADO porque las fibras se  
individualizan por los procesos que incluyen el martilleo y desfibrado.|

| 69. El método de la Reinvención 41, CARACTERIZADO porque los agentes de  
| apresto se agregan directamente a las fibras antes de mezcla con los otros ingredientes.

70. Un material para construir que incorpora a las fibras que se refuerzan individualizadas, CARACTERIZADO porque al menos una parte de las fibras se tratan químicamente en la presencia de agua o un solvente orgánico para mejorar la resistencia al agua del material para construir y/o degradación ambiental.

71. El material para construir de la Reinvicación 70, CARACTERIZADO porque las fibras tratadas químicamente incluyen fibras encoladas.

72. El material para construir de la Reinvicación 70, CARACTERIZADO porque las fibras tratadas químicamente incluyen fibras cargadas.

73. El material para construir de la Reinvicación 70, CARACTERIZADO porque las fibras tratadas químicamente incluyen fibras tratadas con biocida.

74. El material para construir de la Reinvicación 70, CARACTERIZADO porque las fibras se hacen desde la celulosa.

75. El material para construir de la Reinvicación 70, CARACTERIZADO porque el material para construir incorpora un enlazante de cementación.

76. Una formulación del material para construir que comprende un enlazante hidráulico y fibras que se refuerzan individualizadas, CARACTERIZADA porque al menos una parte de las fibras se tratan químicamente en la presencia de agua o un solvente orgánico para mejorar la resistencia al agua del material para construir y/o degradación ambiental.

77. La formulación de la Reinvicación 76, CARACTERIZADA porque el enlazante hidráulico es el cemento.

78. La formulación de la Reinvicación 76, CARACTERIZADA porque además comprende un agregado.

79. La formulación de la Reinvicación 76, CARACTERIZADA porque además comprende uno o más modificadores de densidad.

80. La formulación de la Reinvicación 76, CARACTERIZADA porque comprende:

alrededor de 10% a 90% de enlazante hidráulico de cementación;

alrededor de 20% a 80% de agregado;

alrededor de 0% a 50% de modificadores de densidad;

alrededor de 0% a 10% de aditivos; y

alrededor de 0,5% a 20% de fibras de celulosa.

81. La formulación de la Reinvicación 76, CARACTERIZADA porque comprende:

alrededor de 20% a 50% de enlazante de cementación;

alrededor de 30% a 70% de sílice molida;

alrededor de 0% a 30% de modificadores de densidad de peso ligero

alrededor de 0% a 10% de aditivos, y

alrededor de 0,5% a 20% de fibras de celulosa.

82. La formulación de la Reinvicación 76, CARACTERIZADA porque comprende:

alrededor de 40% a 90% de enlazante de cementación;

alrededor de 0% a 30% de sílice molida;

alrededor de 0% a 10% de modificadores de peso ligero;

alrededor de 0% a 10% de aditivos, y

alrededor de 0,5% a 20% de fibras de celulosa.

83. La formulación de la Reinvención 76, CARACTERIZADA porque las fibras tratadas químicamente aumentan la tensión final del material del compuesto para construir en más de alrededor de un 40% como la comparada a un material para construir hecho desde una formulación equivalente sin fibras tratadas químicamente.

84. La formulación de la Reinvención 76, CARACTERIZADA porque las fibras tratadas químicamente reducen la permeabilidad al agua del material del compuesto para construir en más de alrededor de un 20% como el comparado a un material hecho desde una formulación equivalente sin fibras tratadas químicamente.

85. La formulación de la Reinvención 76, CARACTERIZADA porque las fibras tratadas químicamente reducen la cantidad de agua absorbida en el material del compuesto para construir en más de alrededor de un 10% como el comparado al un material para construir hecho de una formulación equivalente sin fibras tratadas químicamente.

86. La formulación de la Reinvención 76, CARACTERIZADA porque las fibras tratadas químicamente reducen el índice de agua absorbida en el material del compuesto para construir en más de alrededor de un 5% como el comparado al un material para construir hecho de una formulación equivalente sin fibras tratadas químicamente.

87. La formulación de la Reinvención 76, CARACTERIZADA porque las fibras tratadas químicamente reducen la emigración del agua absorbida en una prueba de drenaje del material del compuesto para construir en más de alrededor de un 25% después de 24 horas de la prueba como el comparado al un material para construir hecho de una formulación equivalente sin fibras tratadas químicamente.

88. La formulación de la Reinvención 76, CARACTERIZADA porque las fibras tratadas químicamente mejoran el funcionamiento del deshielo/congelado del material del compuesto para construir en más de alrededor de un 25% como el comparado al un material para construir hecho de una formulación equivalente sin fibras tratadas químicamente.

89. Un método para fabricar un material para la construcción que incorpora fibras que se refuerzan, CARACTERIZADO porque:

Tratan químicamente, al menos una parte de las fibras que se refuerzan en la presencia de agua o un solvente orgánico para mejorar la resistencia de la fibra al agua y/o degradación ambiental, en donde las fibras que se refuerza, se individualizan;

Mezclar las fibras que se refuerzan con un enlazante hidráulico para formar una mezcla;

Formar la mezcla dentro de un artículo de un tamaño y forma pre-seleccionado; y

Curar el artículo para así formar el material para construir reforzado con fibra.

90. El método de la Reinvención 89, CARACTERIZADO porque además comprende individualizar las fibras antes del tratamiento químico indicado.

91. El método de la Reinvención 89, CARACTERIZADO porque además comprende individualizar las fibras después del tratamiento químico indicado.

92. El método de la Reinvención 89, CARACTERIZADO porque las fibras se tratan químicamente comprendiendo llevar un compuesto químico en contacto con las fibras.
93. El método de la Reinvención 92, CARACTERIZADO porque una reacción química toma lugar entre las fibras y el compuesto químico por sobre el contacto del compuesto químico con las fibras.
94. El método de la Reinvención 89, CARACTERIZADO porque el tratamiento químico ocurre a temperaturas menores que alrededor de 100°C.

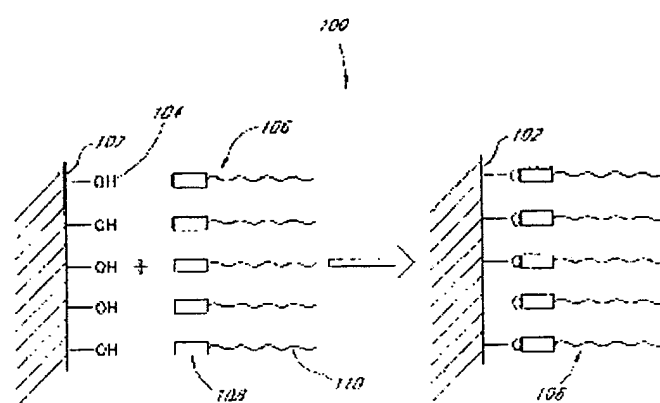


FIG. 1

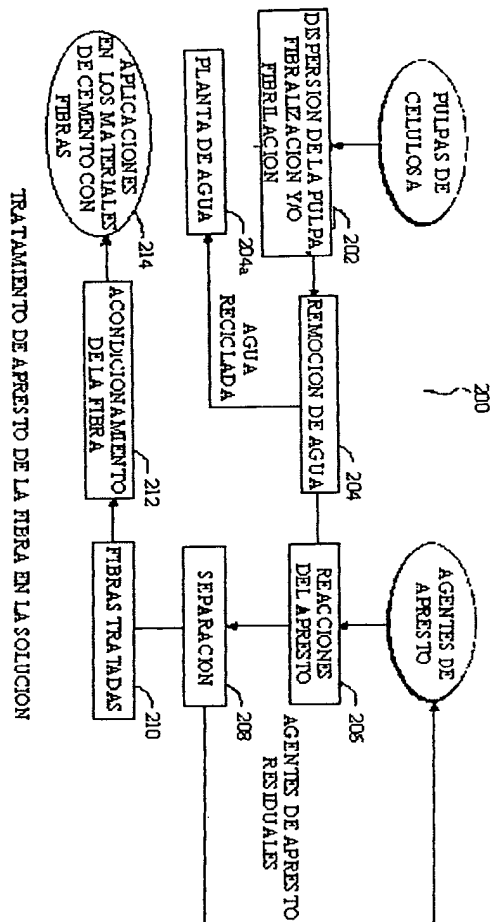


FIG. 2



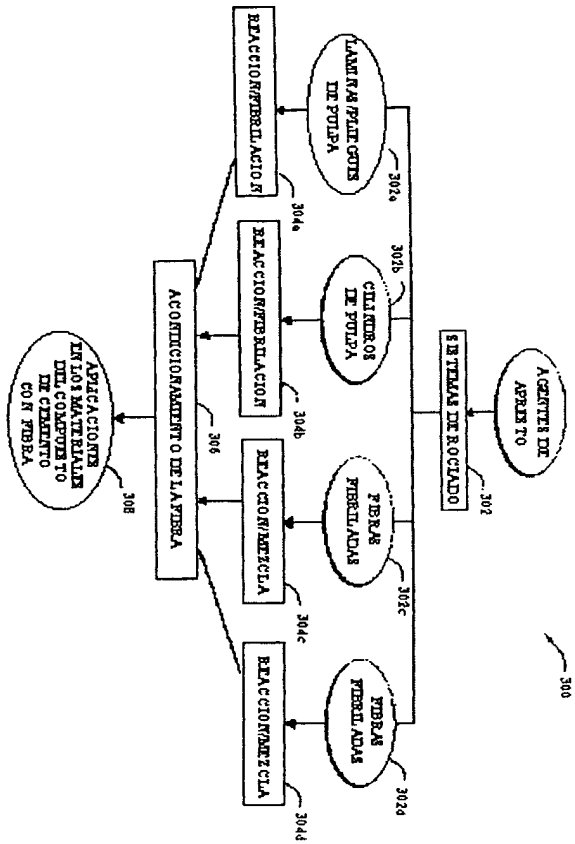


FIG. 3

VARIAS PRESENTACIONES DEL PROCESO DE ENROLADO/TRAATAMIENTO ROCIADO EN SICO

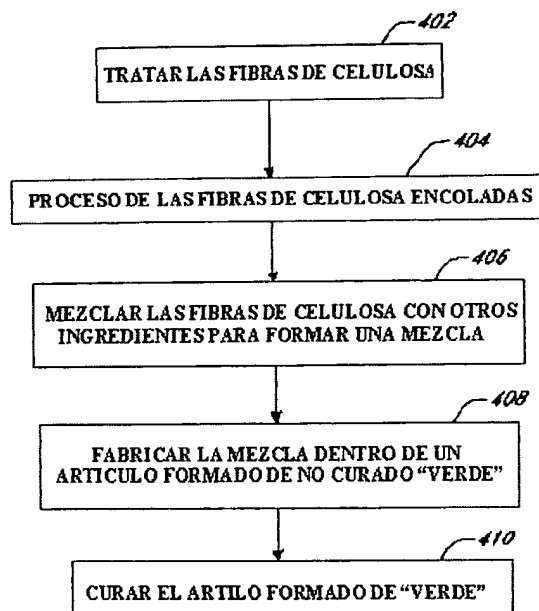


FIG. 4

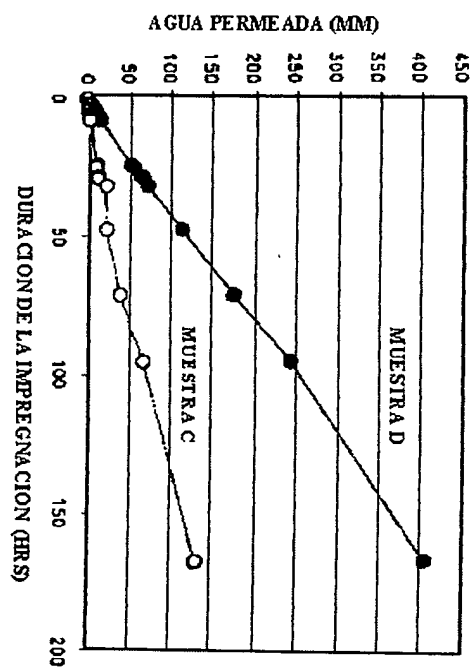


FIG. 5

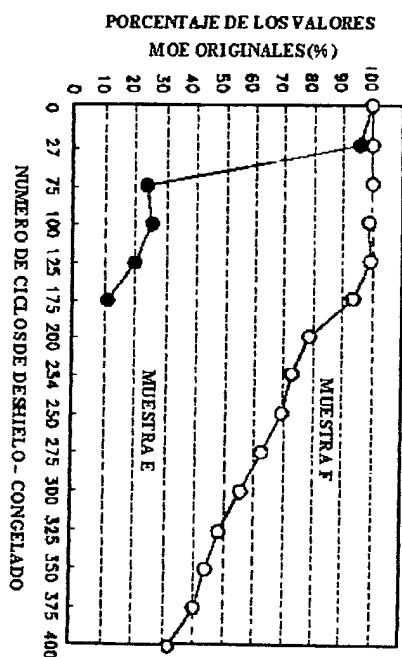


FIG. 6

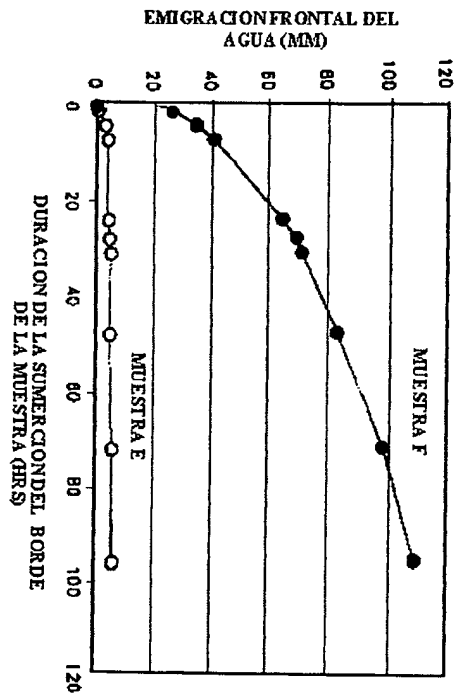


FIG. 7